

CAMBIO CLIMÁTICO EN EUROPA

Percepción e impactos

1950-2050



AUTOR

Jonathan Gómez Cantero

Prólogo de Florent Marcellesi



equo
EUROPA

primavera
europea EU

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

EL CAMBIO CLIMÁTICO EN EUROPA: PERCEPCIÓN E IMPACTOS 1950 - 2050

Jonathan Gómez Cantero



Autor: Jonathan Gómez Cantero.

Prólogo: Florent Marcellesi.

Edición, diseño y anexo: Alba del Campo.

Revisión: Cristina Rois.

Editorial: Los Verdes-ALE / EQUO.

Licencia Creative Commons: Libre de reproducción siempre y cuando se cite fuente y autor.

Para citar la publicación: "Gómez Cantero, Jonathan (2015): El cambio climático en Europa: Percepción e impactos 1950-2050, Los Verdes-ALE / EQUO."

Sobre el autor



Jonathan Gómez Cantero es geógrafo y climatólogo (Universidad Autónoma de Madrid y Universidad de Alicante), especializado en el estudio de desastres naturales y riesgos ambientales. Formó parte del grupo español de revisores del 5º Informe de Cambio Climático del Panel Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático de la ONU (IPCC). Es investigador, vocal del Ilustre Colegio de Geógrafos de España y colabora con numerosos medios de comunicación.

Twitter: @JG_Cantero

Email: jonathan.cantero@geografos.org



NOTA PREVIA DEL AUTOR

Este trabajo es un documento elaborado con una finalidad educativa y didáctica, explica de forma clara, sencilla y detallada los aspectos más relevantes del cambio climático en Europa y sus impactos, para llegar a todos los lectores independientemente de su formación, y no quedando sólo relegado al ámbito científico, pues en ocasiones se olvida trasladar todos esos conocimientos al gran público.

Se quiere advertir, que este trabajo ha sintetizado docenas de artículos científicos, informes internacionales, notas de prensa, actas de congresos... y sin embargo lo que se escribe ha sido consensuado por distintos organismos e instituciones. Pero se ha priorizado la facilidad de lectura a una escritura de carácter científico. Queremos resaltar el trabajo de cientos de personas que día a día investigan el cambio climático y sus efectos, y que, sin duda, para aquel lector que quiera profundizar más en cualquiera de los temas, las páginas finales recogen toda la bibliografía nacional e internacional de muchos de estos autores, así como informes y publicaciones.

ÍNDICE

Prólogo (Florent Marcellesi)	11
1. Introducción	15
2. El cambio climático: bases científicas y cambios observados	21
3. El cambio climático en Europa desde 1950	29
3.1 Diversidad climática, ambiental y regional de Europa.....	29
3.2 Impactos y cambios generales observados en el continente europeo 1950- 2015.....	33
3.2.1 Temperaturas.....	33
3.2.2 Precipitaciones.....	37
3.2.3 Medio Ambiente.....	40
3.2.4 Desastres.....	44
3.2.5 Sectores económicos.....	50
3.3 La percepción del cambio climático en los ciudadanos europeos.....	54
4. Escenarios de cambio climático en Europa 2015 – 2050	57
4.1 Cambios previstos en Europa ante escenarios de aumento de 2°C y 4-5°C.....	58
4.1.1 Impactos directos en el clima y sus variables.....	59
4.1.2 Impactos medioambientales.....	63
4.1.3 Impactos en distintos sectores económicos.....	67
4.1.4 Población vulnerable e impactos en la salud.....	71
5. El caso singular de España: hechos constatados y potenciales del cambio climático	77
5.1 Efectos constatados en el periodo 1950 – 2015.....	77
5.2 Escenarios previstos para España 2015 – 2050.....	82
5.3 Impactos previstos para España 2015 – 2050.....	88
6. Conclusiones	101
Referencias y bibliografía	104
Anexo: ¿Cómo comunicar el CC para pasar de la impotencia a la ilusión colectiva? (Alba Del Campo)	119



PRÓLOGO

En los 70 el cambio climático era presentado como una amenaza para las generaciones futuras, hoy no hace falta. Las generaciones futuras somos nosotras y nosotros y el cambio climático es una realidad.

Sin embargo, los impactos del cambio climático nos parecen a menudo lejanos y ajenos en la piel de unos osos en el Ártico o de icebergs que desaparecen a la deriva. La distancia espacial y temporal que hemos generado parece inmunizarnos individual y colectivamente contra uno de los retos más grandes que ha de afrontar la humanidad. Frenar el cambio climático es un reto que determinará nuestro destino y que favorecerá la supervivencia civilizada de la especie o la barbarie.

Después de tres décadas de promesas de todos los colores, hoy sabemos que ningún milagro tecnológico nos va a salvar: tenemos que disminuir colectiva y sustancialmente la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero para frenar el calentamiento global. Para ello necesitamos afrontar sin dilación la transición energética de nuestras sociedades hacia un modelo energético basado en el ahorro, la eficiencia y las renovables. Así como establecer compromisos vinculantes por parte de todos los gobiernos. Sin embargo, ante la lucha encarnizada entre países y grupos de poder, con **intereses y responsabilidades tan diversos en materia de calentamiento global**, hay un tremendo poder que hemos de combatir desde la ciudadanía. Para que los oligopolios energéticos fósiles, no nos lleven al peor de los escenarios climáticos posibles, necesitamos la ciencia, la conciencia y la presión ciudadana unidas.

Con esta publicación queremos aproximar el cambio climático a la ciudadanía europea y española y contribuir a la divulgación de los impactos que ya ha tenido, está teniendo y tendrá en nuestra vida diaria, y en el medio y el clima que nos rodea. Nuestro objetivo es sencillo, y a la par, complejo, debido a la escasez de datos disponibles sobre nuestro entorno inmediato. Pero se trata de aproximar espacial y temporalmente el cambio climático para cambiar nuestra

mirada, hoy esquiva y distante, y favorecer la implicación activa de la ciudadanía en la lucha por la transición energética.

Necesitamos que cualquier persona pueda entender de forma simple e intuitiva cómo el cambio climático afecta a su tierra, a los paisajes que habita, a sus playas, a su agricultura, a su economía y, en definitiva a su bienestar y a todo lo que tiene verdadera importancia. Se sabe que el cambio climático supone la transformación real y profunda de gran parte de los fenómenos de los que depende la vida: las temperaturas, las precipitaciones, la hidrología, etc. Fenómenos que luego afectan radicalmente a las actividades humanas y, por tanto, a su economía, que a su vez depende de los ecosistemas que habita para su reproducción y mantenimiento sostenibles.

¿Qué pasaría si Andalucía dejase de producir aceite de oliva? ¿Imaginas Valencia sin naranjas? ¿O La Rioja sin vino? Todos estos cultivos se encuentran hoy en riesgo debido al calentamiento global, desplazándose en pocas décadas su espacio de producción óptima al centro y norte de Europa. ¿Qué pasará entonces con la cultura y el empleo de estas regiones? ¿En manos de quién estará nuestra soberanía alimentaria?

Este informe está estructurado en 3 partes : Primero, posaremos nuestra atención en el pasado reciente del continente europeo e introduciremos los efectos del calentamiento global desde 1950 hasta la fecha. Observaremos los cambios que ya se han producido y, sobre todo, que muchas de nuestras personas mayores han experimentado y sentido en carne propia. Como apunta el autor del estudio, “el cambio climático no es sólo un hecho científico basado en modelos matemáticos: es un proceso que ha marcado la vida de muchas personas, que han visto cómo los paisajes de su infancia eran transformados por completo”. Desde esta perspectiva personal, se trata de conectar emocionalmente el cambio climático con la vivencia de nuestros padres y madres, abuelos y abuelas, y por supuesto, con los que vienen detrás.

En una segunda parte, echaremos una mirada hacia el futuro, con el año 2050 en el horizonte, por ser la fecha escogida en las negociaciones climáticas internacionales para alcanzar un mundo descarbonizado. Esta proyección en el futuro es una invitación a imaginar lo que nos espera en caso de que la temperatura aumente de 2°C o 4°C. Nuestro bienestar y nuestra soberanía estarán cada vez más condicionadas a la evolución del clima porque, evidentemente, no es lo mismo vivir en un clima mediterráneo, que en uno semidesértico; como tampoco es lo mismo disfrutar de un clima de fenómenos más o menos estables y previsibles, que poblado de fenómenos extremos y sobre todo, de incertidumbre.

En este sentido, los científicos internacionales han dibujado una línea roja clara. Mientras que por debajo de un aumento de temperatura medio de 2°C es todavía posible prever a grandes rasgos los impactos del cambio climático, por encima de éstos, nos adentramos en terrenos desconocidos y aún más peligrosos. Los ecosistemas no responden de forma lineal al aumento de temperatura, y por encima de ciertos umbrales críticos (en este caso 2°C), los cambios pasan a ser abruptos e irreversibles. La línea entre estabilidad y colapso, la vida digna y la incierta se llama **2°C**.

Con esta doble perspectiva, a la vez retrospectiva, este estudio es una invitación a romper la distancia emocional que mantenemos con el cambio climático. Es una invitación a ver el cambio

climático como lo que es: una realidad palpable por parte de los que están pisando y pisarán esta Tierra. Es una invitación también a no quedarse en los lamentos: somos copartícipes y en parte responsables de esta situación, pero sin lugar a dudas, lo que es más importante es que somos también parte de la solución.

Es por ello que este estudio forma parte de una campaña más amplia de Los Verdes Europeos de cara a la cumbre climática COP21 de París, en diciembre del 2015, que además de hacer hincapié en los principales impactos del calentamiento global, estará orientada a:

1. Presionar y trabajar para un acuerdo post-Kioto a la altura del reto climático.
2. Apoyar y poner en valor las alternativas ciudadanas e institucionales ya en marcha hacia una transición energética justa, sostenible y democrática.

Porque además de tomar conciencia de la magnitud del problema, debemos ser conscientes de nuestro poder para cambiar de rumbo, para recuperar el protagonismo de nuestra única historia, para construir una sociedad solidaria y sostenible. Y sólo una ciudadanía bien informada y empoderada puede conseguirlo. Esperamos que esta publicación sea un paso más en este camino a construir juntas.

**Florent Marcellesi, portavoz de EQUO en el Parlamento Europeo.
Bruselas, enero del 2015**





1 INTRODUCCIÓN

El clima es el conjunto de condiciones atmosféricas propias de un lugar a lo largo de un tiempo determinado, constituido por la cantidad y frecuencia de las variables meteorológicas: precipitaciones, temperaturas, viento,... y cuya interacción influye en el medio natural y en los seres sometidos a éste. El clima se diferencia del “tiempo atmosférico” en que representa la situación de la atmósfera en un lugar y momento determinados, mientras que el clima abarca el estado medio de la atmósfera para un lugar; de este modo entenderemos que cuando hablamos de tiempo, nos referimos a si llueve o hace sol, mientras que cuando hablamos de clima lo hacemos en una escala temporal mayor.

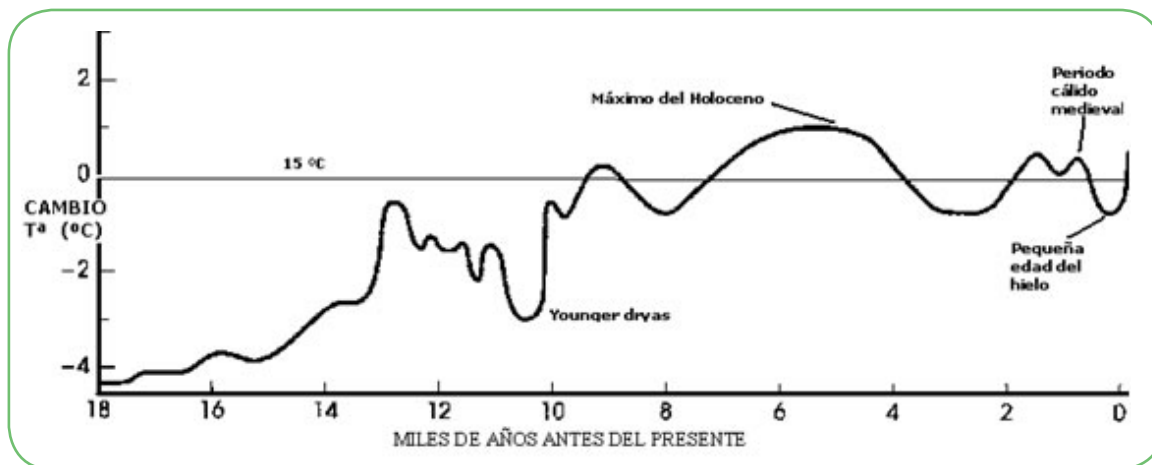
El clima a su vez cambia a lo largo de los siglos, pues va sufriendo variaciones en función del ciclo solar, la inclinación de la Tierra, la temperatura de los mares o la formación de nuevos accidentes geográficos que modifican de manera muy notable las variables meteorológicas, pero también en función de la composición química, de la transparencia o turbidez del aire, provocando en ocasiones, cambios bruscos que han supuesto perturbaciones trascendentales (Gráfico 1).

A lo largo de la historia geológica de nuestro planeta se han producido varias glaciaciones, algunas de ellas muy estudiadas como la que ocurrió hace unos 14.000 años conocida como “*Younger Dryas*”, que hizo descender la temperatura media del planeta hasta los 10°C – 9°C, una época en la que los icebergs llegaban más al sur de las costas de Lisboa. Más recientemente, durante la Edad Media, se produjo el “*Óptimo Medieval*”, un periodo cálido en el que la temperatura del planeta aumentó apenas medio grado, pero que marcó una anomalía positiva muy importante y cálida.

Siglos después, desde el año 1550 a 1850 se daría un periodo frío y severo en el que la temperatura media de Europa apenas descendió un grado centígrado, pero que pasaría a conocerse como “*Pequeña Edad de Hielo*”, provocando heladas inimaginables hoy en día¹.

Este fenómeno se asocia hoy, a que la Tierra recibía esos años menos radiación solar, pero también a la actividad volcánica, ya que las cenizas ocupan las capas más altas de la atmósfera, provocando un efecto sombra sobre la superficie terrestre, lo que hace descender la temperatura. Esto sucedería de manera especialmente intensa en 1816, en el conocido

Gráfico 1: Evolución de la temperatura media del planeta en los últimos 18.000 años. Fuente: Boulton, 1993.



como “año sin verano”, en el que la fortísima erupción del volcán Tambora de 1815 provocaría un invierno gélido ese año y el siguiente.

Los pintores de la época, dejaron plasmadas en sus obras escenas de ríos congelados en Europa (Figura 1), grandes nevadas y la desesperación de la población ante las cosechas perdidas. Los pintores Pieter Bruegel (Brueghel) y Hendrick Avercamp fueron los mejores retratistas de este fenómeno. De esa época podemos ver a los londinenses patinar sobre el río Támesis completamente helado.

Figura 1: “Paisaje invernal” de Pieter Brueghel (el joven). Fuente: Museo del Prado.



Todos estos cambios ocurridos en el clima de forma natural fueron de apenas unos pocos grados o incluso décimas, y supusieron cambios importantísimos en las especies animales y vegetales, la agricultura y la ganadería o los propios seres humanos. Algunos de ellos duraron poco, lo que permitió reconstruir los modos de vida. Y otros, como las grandes glaciaciones, ocurrieron a lo largo de miles de años, lo que permitió adaptarse a las especies o migrar.

Sin embargo, en la actualidad se sufre un cambio climático más brusco, más cálido, más rápido y sin final, que no está dando tiempo a la adaptación de la flora o la fauna, así como de las personas, con lo que está provocando cada año miles de desplazados ambientales.

El cambio climático actual, al que nos referiremos desde ahora como CC, está suponiendo un fenómeno sin precedentes sobre la superficie del planeta Tierra. Desde 1850, la temperatura del planeta se está incrementando de manera alarmante. En tan sólo 100 años, la temperatura media ha ascendido más de 0,6°C².



Si establecemos los datos del siglo XX como base media de la temperatura para establecer la comparativa, abril de 2014 supuso el 350º mes y el 38º abril consecutivo, en el que la temperatura global de la Tierra estuvo por encima del promedio 0,77°C. Un dato sin duda preocupante, que nos da muestra del calentamiento global, superando en calidez al anterior episodio cálido que se dio en el planeta, el ya comentado anteriormente, *Óptimo Medieval* y a un ritmo mucho mayor.

Sin que la Organización Meteorológica Mundial haya publicado todavía los datos oficiales de 2014, el Servicio Meteorológico Japonés afirma que 2014 ha sido el año más cálido desde que se tiene registro.

No sólo ha aumentado la temperatura media del planeta, sino que cada vez se dan de manera más intensa y con mayor frecuencia las olas de calor, episodios muy cálidos donde la temperatura puede alcanzar los 40° durante varios días.

Otra de las variables climáticas que está demostrando que existe un efecto de CC global, es la variación de las precipitaciones. Bien por defecto, mediante severas sequías, o bien por exceso, en forma de inundaciones.

Se está constatando un aumento de los episodios cálidos a lo largo del año en detrimento de los fríos, lo que está provocando récords de temperaturas máximas, y disminución de las nevadas.

En definitiva, los climas de Europa se están haciendo más extremos en temperaturas cálidas, en sequías e inundaciones, favoreciendo en verano la sequedad de los bosques y los incendios forestales. De hecho, en el último informe del IPCC se atribuye al CC, aparte de otras causas habituales, el aumento de las zonas forestales quemadas en los últimos decenios en Portugal y Grecia.

Sin duda, todos estos fenómenos pueden ocurrir de forma natural, sin efecto de CC, pero lo que es importante entender es que la gravedad y la frecuencia con la que ocurren está aumentando.

El calentamiento global también está reduciendo la superficie helada de la Tierra. Por su particular fenomenología, el Ártico se ha convertido en un observatorio del cambio climático³. La extensión de la masa de hielo ha alcanzado en estos últimos años, mínimos absolutos desde que se tienen registros (*Figura 2*), haciendo perder una buena parte de su masa glacial y cambiando completamente los hábitos de vida de los habitantes de sus ecosistemas, como el oso polar (*Ursus maritimus*) o las belugas (*Delphinapterus leucas*).

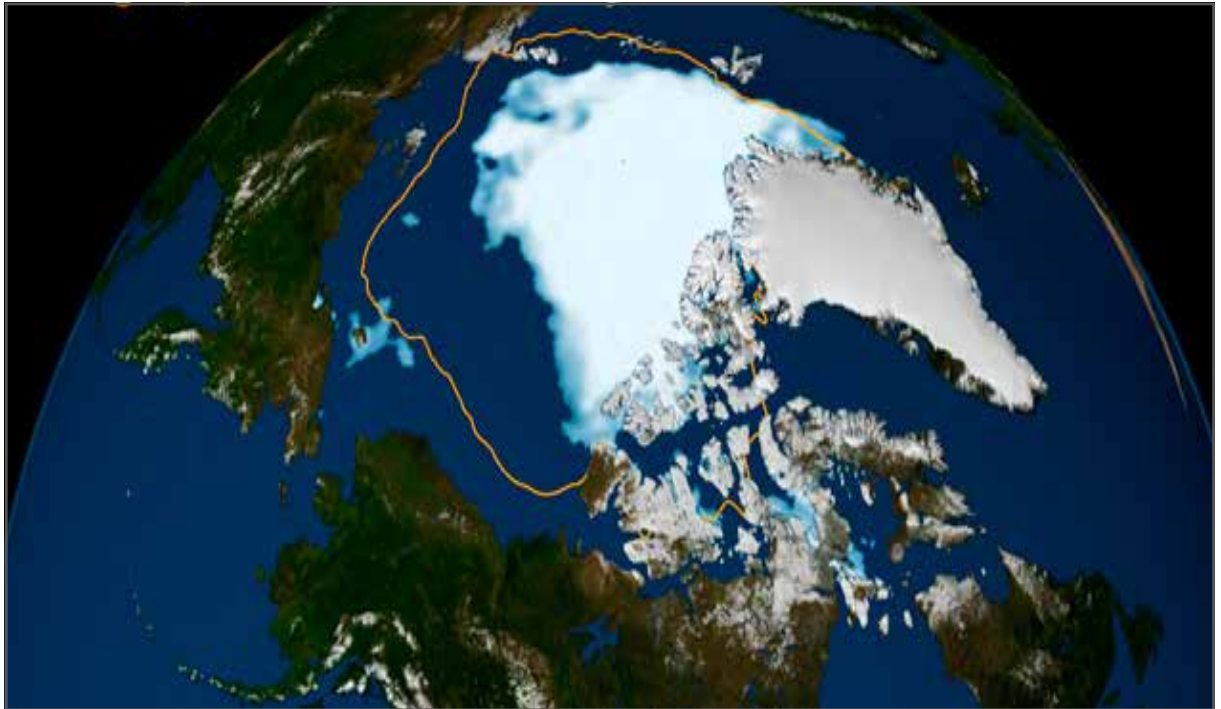
La fusión de hielos junto con la expansión térmica del agua provocan el aumento del nivel del mar. Otro hecho constatado del cambio climático, que supondrá la inundación de numerosas zonas bajas del planeta, obligando a desplazarse a millones de personas. Es particularmente preocupante el escenario previsto para Bangladesh, y otras zonas bajas del planeta, así como para las islas.

La comunidad científica internacional afirma que el cambio climático es un fenómeno de escala global, sin precedentes y de rápida evolución, que comenzó a disparar las temperaturas con el comienzo de la Revolución Industrial (1750) y ha venido agravándose en las últimas décadas debido al incremento de los gases efecto invernadero en la atmósfera a consecuencia de la actividad humana, y especialmente a la quema de combustibles fósiles, base de nuestro modelo de producción, transporte y consumo.

Este trabajo se ha elaborado para facilitar una visión de conjunto del problema del cambio climático en Europa, lo que ha

supuesto hasta el momento y, sobre todo, lo que supondrá en la vida de los ciudadanos europeos y en el medio ambiente en los próximos años, considerando los distintos escenarios a los que nos podemos enfrentar.

Figura 2: Imagen simulada de la extensión de hielo del Ártico (08/2012). Línea naranja: 1997. Fuente: NASA.





2 EL CAMBIO CLIMÁTICO: BASES CIENTÍFICAS Y CAMBIOS OBSERVADOS.

La teoría del cambio climático antropogénico (causado por el hombre) nacería a finales del siglo XIX, estrictamente en el mundo científico y académico. No sería hasta mediados del siglo XX cuando llegaría al resto de la sociedad. Ésta comenzaría a solicitar más información. La demanda social, junto con el avance de las tecnologías y las técnicas de investigación, fueron sentando las bases científicas del estudio del calentamiento global y su relación con los gases de efecto invernadero (GEI).

En 1988 la Organización Meteorológica Mundial (OMM) creó el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) formado por cientos de expertos de los países miembros de la ONU. La misión de este panel es realizar evaluaciones internacionales sobre la información de los riesgos del cambio climático, sus potenciales consecuencias ambientales y socioeconómicas, y las posibilidades de mitigación y adaptación. Este Panel recibiría el Premio Nobel de la Paz en 2007.

Queremos subrayar que las investigaciones sobre el CC son debatidas, contrastadas y

consensuadas por miles de científicos de todo el planeta. El IPCC publica un informe imprescindible cada ciertos años (4-7), que sirve de referencia mundial en el seguimiento del CC.

El cambio climático está siendo estudiado desde numerosas áreas científicas, desde físicos, climatólogos o geógrafos, hasta biólogos, botánicos, geólogos u oceanógrafos. Hoy, que ya conocemos qué provoca el cambio climático, una parte importante de la comunidad científica está volcada en investigar cómo se desarrollará y cuáles serán sus consecuencias.

El estudio del sistema climático se basa en observaciones directas de las distintas variables meteorológicas (temperaturas, precipitaciones, viento, presión atmosférica, etc.) y en teledetección por satélite, entre otras.

En la segunda mitad del siglo XIX, comenzó la medición de estas variables. Se trata de la conocida como “era instrumental”. Desde 1950, debido a las mejoras tecnológicas, se introdujeron nuevos métodos de observación

que han permitido series de datos más largas y complejas.

Por otro lado, existen estudios paleoclimáticos e históricos que permiten reconstruir el pasado del clima hace miles de años. Mucha de esta información queda recogida en fósiles, rocas, capas de hielo, troncos de árboles y en descripciones históricas de acontecimientos naturales. En conjunto, todos estos datos y fuentes de información permiten tener una reconstrucción del clima, su variabilidad y los cambios, que a corto y largo plazo, ha ido sufriendo.

La comunidad científica ha constatado que en los últimos 800.000 años, las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono (CO₂) (Gráfico 2), Metano (CH₄) y Óxido nítrico (N₂O) han aumentado a niveles sin precedentes.

El observatorio de Mauna Loa (Hawai) se toma como referencia de las mediciones de las concentraciones de GEI por su especial ubicación en el Océano Pacífico, en uno de los puntos del planeta más lejanos de los grandes emisores de estos gases.

Sólo las concentraciones de CO₂ han aumentado en un 40% desde la época preindustrial, y del óxido nítrico en un 150%, debido, sobre todo, a la emisión de gases por la quema de combustibles fósiles (petróleo y carbón) y en menor medida al aumento de la agricultura y la ganadería intensiva. La concentración de estos gases en la atmósfera ha provocado un aumento de lo que se conoce como “*forzamiento radiativo*”, es decir, del balance energético del planeta.

La Tierra recibe de forma constante radiación solar, una parte es absorbida, y en un porcentaje determinado, otra es devuelta al espacio, lo que hace que haya un balance equilibrado.

Una parte de esta radiación rebota en la superficie terrestre hacia el exterior y no puede escapar hacia el espacio, quedando confinada en la atmósfera debido a los gases invernadero (Gráfico 3).

Este proceso, que ocurre de forma natural, es conocido como “*efecto invernadero*” y es el que hace que la temperatura media de nuestro planeta sea de 15°C en vez de varios grados negativos, como ocurre en otros planetas sin atmósfera. El problema es que las cantidades en las que se encontraban esos GEI han aumentado, haciendo que el *forzamiento radiativo* se desequilibre. Es decir, sale menos radiación de la que salía antes, y por tanto, el efecto invernadero se incrementa, haciendo que la temperatura global se eleve de forma rápida.

Cuando hablamos de cambio climático es necesario tener en cuenta que, los conjuntos de todos estos climas y la temperaturas medias de distintos lugares del planeta, tanto terrestres, como oceánicos permiten establecer una temperatura media del planeta de entre 14,47°C y 15°C.

Han sido estos gases y su acumulación, debido a las actividades humanas, los que han propiciado el aumento de las temperaturas, tanto en los continentes, como en los mares, así como la disminución de los glaciares.

Cada uno de los tres últimos decenios ha sido sucesivamente más cálido que cualquier decenio anterior desde 1850⁴, así en el hemisferio norte, el periodo 1983 – 2012 ha sido el periodo de 30 años más cálido de los últimos 1.400 años (Gráfico 4). Los datos de temperatura de la superficie terrestre y oceánica, promediados globalmente, calculados a partir de una tendencia lineal, muestran un calentamiento de 0,85°C, durante el periodo 1902-2012 (Figura 3).

Gráfico 2: Aumento de las concentraciones de CO₂ en la atmósfera a nivel mundial desde 1958: Fuente: NOAA.

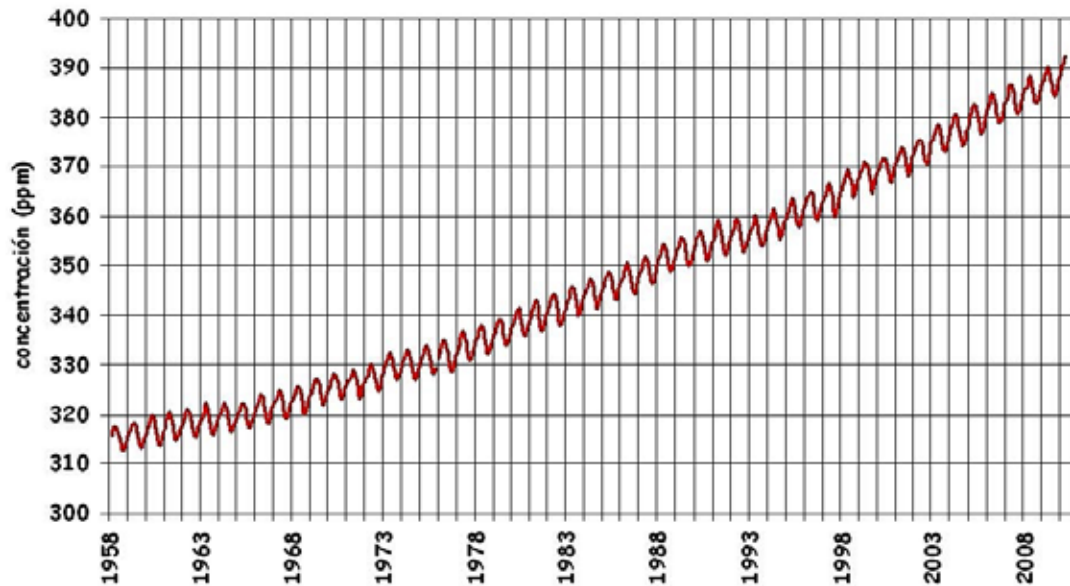
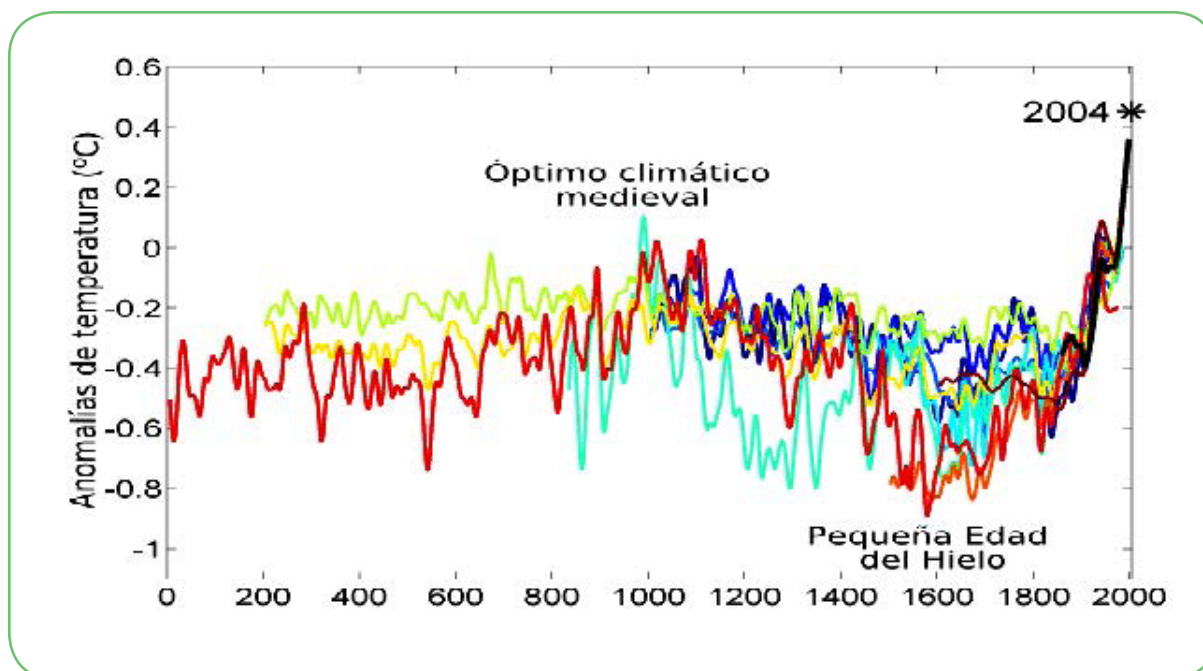


Gráfico 3: Ejemplo de funcionamiento del efecto invernadero. Fuente: UNED - GRIP - Arendal.



Gráfico 4: Anomalías de temperaturas sobre la superficie terrestre europea en los últimos 2000 años (diferentes modelos numéricos). Fuente: globalwarmingart



Desde 1950 se han observado cambios en numerosos fenómenos meteorológicos y climáticos extremos. Es muy probable que el número de días y noches fríos haya disminuido y que el número de días y noches cálidos haya aumentado a escala mundial incluyendo gran parte de Europa, aumentando como comentábamos anteriormente la frecuencia de las olas de calor pero también la intensidad de **las precipitaciones, que ahora aparecen de forma mucho más severa.**

En el siguiente capítulo veremos los impactos concretos en Europa.

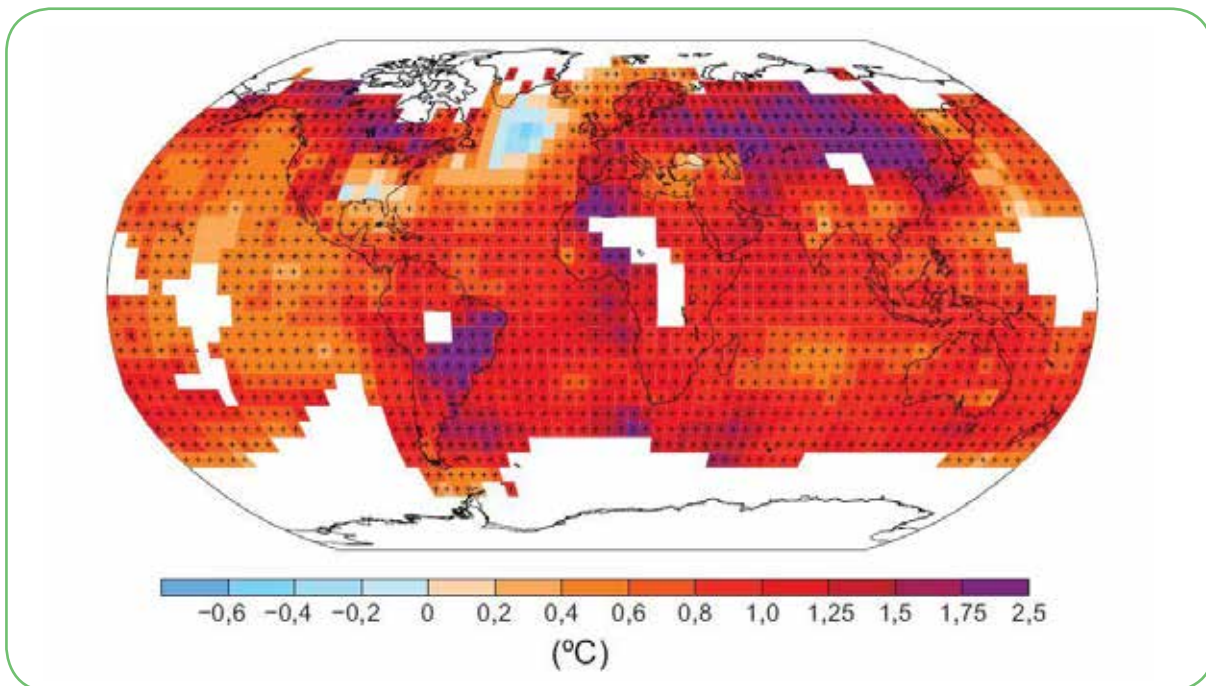
Al calentamiento global tampoco escapan los océanos, otra prueba fehaciente del CC. Desde 1970 los primeros 75 metros de la superficie de los océanos se ha calentado $0,13^{\circ}\text{C}$ ⁵. De esta forma el calentamiento del océano domina

sobre el incremento de la energía almacenada en el sistema climático que hemos visto líneas atrás, y representa más del 90% de la energía acumulada entre 1971 y 2010 en el planeta, siendo los océanos los principales lugares donde se está acumulando el calor.

A su vez, la disolución en el agua de parte del creciente CO_2 de la atmósfera está provocando una mayor acidificación de ésta, y con ello, la desaparición de especies de peces, corales, etc, y la migración de otras que ahora pueden vivir en nuevos espacios. Un dato poco conocido es que aproximadamente la mitad del CO_2 que emitimos es absorbido por el agua. Este fenómeno está provocando la pérdida de biodiversidad.

La salinidad de los mares se está alterando; algunas zonas se están volviendo más salinas debido a que sufren una mayor evaporación, mientras que otras se están volviendo más dulces. Estos cambios a su vez pueden suponer

*Figura 3: Variación de las temperaturas medias desde 1901 a 2012.
Fuente: IPCC.*



la modificación de la trayectoria de las corrientes marinas.

Es el caso de la corriente del Golfo, una corriente marina de agua cálida que parte desde el Golfo de México y que baña las costas atlánticas de Europa, haciendo que nuestros inviernos sean mucho más templados que los que sufren en la misma latitud, en el este de los Estados Unidos, bañados por la corriente fría del Labrador. Esta corriente ha sufrido ya ciertas variaciones y tiende a alejarse de las costas europeas, lo que podría suponer inviernos mucho más rigurosos para el norte y centro de Europa con temperaturas similares a las de Canadá.

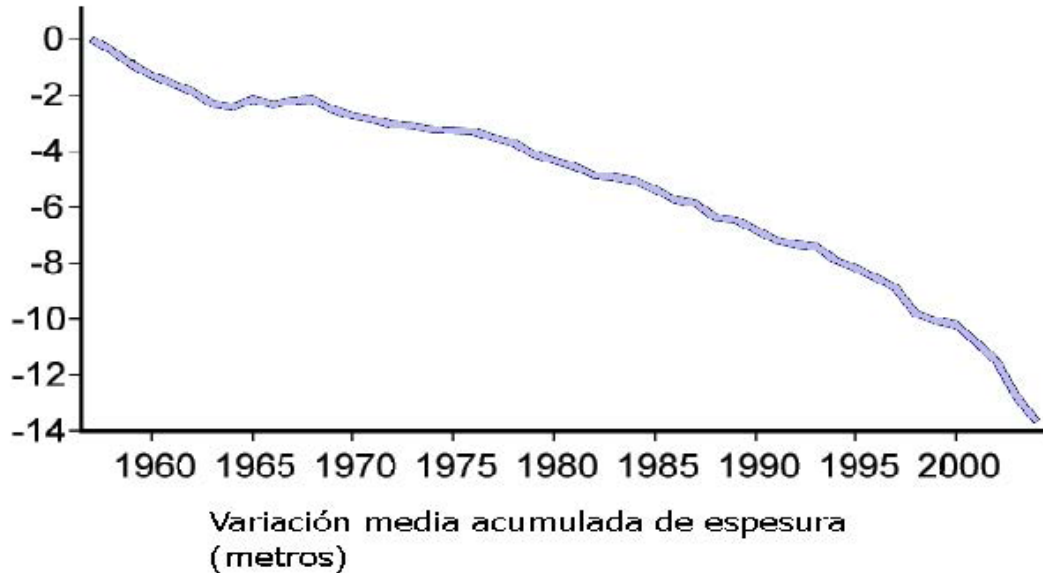
Los mantos de hielo terrestres son los otros grandes afectados por el aumento de las temperaturas. Como es lógico pensar, a mayor temperatura, mayor fusión. En los dos últimos decenios (1990 – 2014) los mantos de hielo de Groenlandia y la Antártida han ido perdiendo masa. Los glaciares han continuado

menguando en casi todo el mundo y el hielo del Ártico y el manto de nieve en primavera, en el hemisferio norte han seguido reduciéndose en extensión, alcanzando mínimos históricos y absolutos [\(Gráfico 5\)](#).

La masa de hielos perpetuos del Ártico se ha reducido desde los años setenta en un 14%. Algunos estudios apuntan a que no hay precedentes para esta disminución y que la temperatura del agua del mar de la zona no ha sido tan elevada, al menos, en los últimos 1.450 años.

Los **glaciares continentales** están sufriendo importantísimos estragos. **Todos ellos están disminuyendo a una velocidad acelerada y se están perdiendo por completo⁶.**

Gráfico 5: Variación media acumulada de la espesura de los glaciares (en metros) del Hemisferio Norte. Fuente: Elaboración propia.



La fusión del hielo y el aumento de la temperatura de los océanos son en sí mismo un problema, pero ambos en conjunto, desencadenan otros procesos también problemáticos. Por un lado, reflejan menos radiación hacia el espacio exterior, pues la nieve y el hielo actúan como un espejo (albedo). Por lo tanto, mayor radiación queda acumulada en el balance del planeta. Por otro lado, provocan el aumento del nivel del mar.

En primer lugar, debemos tener en cuenta que la fusión del hielo marino apenas conlleva un aumento del nivel del agua, pues éste ya se encuentra en los océanos; el proceso es el mismo que tener hielos en un vaso con agua, si los cubitos se funden, el agua no rebosará, pero en cambio, si lo hará si añadimos agua líquida del exterior, proceso que equivaldría al agua de fusión de los glaciares continentales sobre los océanos.

Además de esto, se añade otro factor, que es uno de los mayores problemas a futuro: el agua del océano, al calentarse, se expande y por lo tanto, ocupa más espacio. Este proceso, que ocurre siempre, a simple vista sería imposible apreciarlo en cantidades pequeñas, como un vaso o un cubo, sin embargo, cuando la cantidad de la que hablamos es de miles de metros cúbicos, la expansividad del agua por temperatura puede alcanzar varios centímetros.

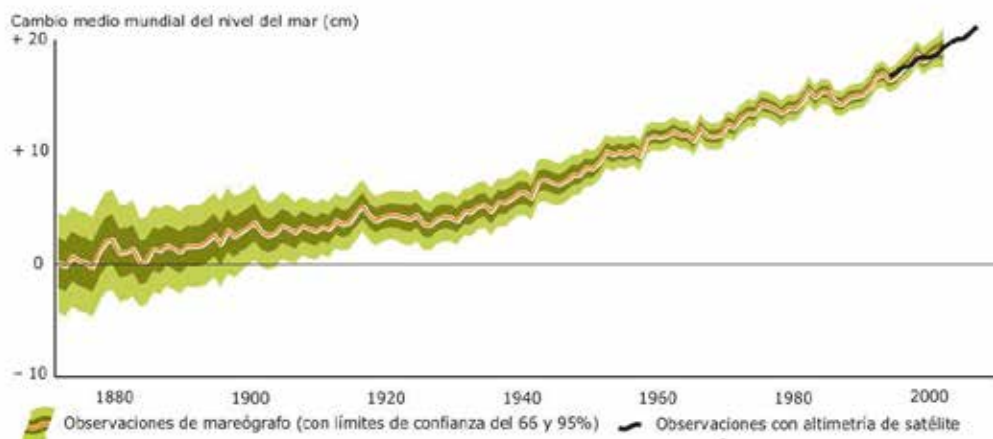
Debemos entender que el aumento del nivel del mar está causado por la fusión del hielo continental, la fusión del hielo marino y la expansividad del agua al calentarse.

Desde mediados del siglo XIX el ritmo de la elevación del nivel del mar ha sido superior a la media de los dos milenios anteriores, durante el período 1901-2010, el nivel medio del mar se elevó casi 20 centímetros.

Este nivel subió en todo el planeta 1,7 mm al año durante el siglo XX, y 3 mm al año en las últimas décadas (Gráfico 6).

fechas. La alta frecuencia de huracanes y tormentas tropicales hizo que muchos se dirigieran hacia Europa.

*Gráfico 6: Cambios en el nivel del mar mundial 1870 – 2006.
Fuente: Church y White, 2006.*



Fuentes: Church y White, 2006 (<http://maps.grida.no/go/graphic/trends-in-sea-level-1870-2006>).

Hay que tener en cuenta que un aumento de nivel del mar de tan sólo un centímetro, equivale a un retroceso de un metro de playa y con él se agudiza en los momentos de temporales, ciclones o marejadas.

Un huracán o una tormenta tropical ya supone un riesgo de por sí, pero cuando el nivel del mar es elevado, amplifica los efectos de la inundación, puesto que las olas son más altas y pueden penetrar mucho más tierra adentro.

Las elevadas temperaturas de los océanos que hemos descrito propician la aparición de ciclones tropicales, huracanes y tifones, pues su formación depende de la temperatura del agua y la cantidad de vapor disponible.

En los últimos años se han dado fenómenos muy extremos. El año 2005 pasará a la historia como la peor temporada de huracanes en el Atlántico. Será difícil olvidar el huracán Katrina en Estados Unidos, ocurrido en estas



3 EL CAMBIO CLIMÁTICO EN EUROPA 1950 - 2015

3.1 Diversidad climática, ambiental y regional de Europa.

El continente europeo se ubica entre los 36° y los 70° de latitud norte, en la conocida como “zona templada” del planeta. Se trata de una banda de transición entre los ambientes subtropicales, que comenzarían al norte de África, y los ambientes polares en los que ya se

encontrarían los confines del norte de Europa. Un espacio que ocupa unos 10.530.750 km² y es habitado por 739 millones de personas, 157.400 especies de flora y fauna. Europa se encuentra prácticamente rodeada de agua. (Figura 4).

Figura 4: Mapa físico de Europa. Fuente: Agencia Europea del Medio Ambiente.

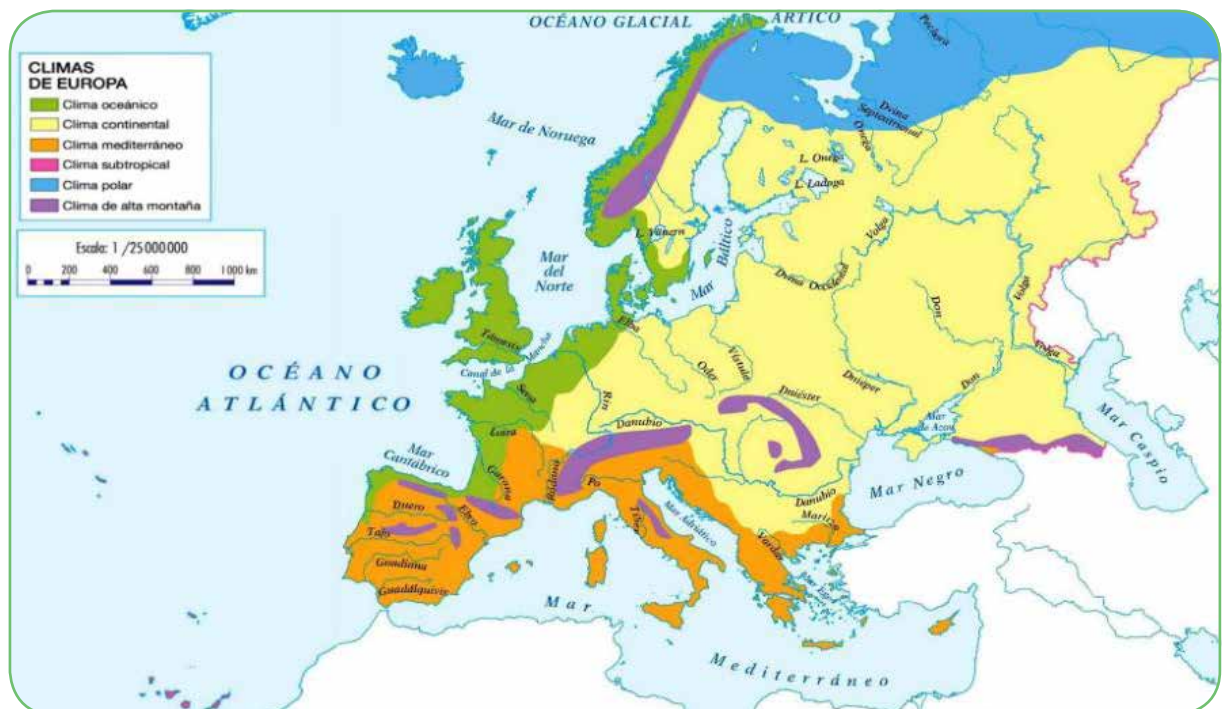


El clima dominante europeo es excepcionalmente benigno para la habitabilidad humana, vegetal y animal. Éste se divide en multitud de tipos. La elevada cantidad media de costas marítimas y oceánicas debida a la presencia de abundantes penínsulas, golfos, mares interiores e islas, junto al efecto de la corriente cálida del Golfo, y la proximidad de los desiertos cálidos de África (Sáhara), Arabia o Irán, determinan que en Europa prepondere, pese a las latitudes altas, un clima templado.

Esta diversidad geográfica y de contrastes oceánicos – continentales propicia la aparición de multitud de climas que caracterizan a cada una de las regiones y países de Europa (Figura 5).

La zona sur, bañada por el mar Mediterráneo, posee un clima al que el propio mar dará nombre, **clima mediterráneo** caracterizado por inviernos y otoños suaves y húmedos y veranos cálidos y secos. La fachada atlántica tiene un **clima oceánico** que se caracteriza

Figura 5: Mapa de los climas de Europa. Fuente: Agencia Europea del Medio Ambiente.



Salvo los grandes sistemas montañosos europeos (Alpes, Pirineos, Cárpatos, Balcanes, Montes Escandinavos y Cordillera Penibética) el resto de sistemas montañosos no son de gran entidad, por lo que puede considerarse Europa como un espacio bastante llano en el que la altitud media apenas sobrepasa los 230 metros sobre el nivel del mar.

por la abundancia de las precipitaciones y las temperaturas moderadas (tanto frías como cálidas). La zona norte estaría bajo la influencia del **clima subpolar**, con bajas temperaturas todo el año y abundantes precipitaciones en forma de nieve.

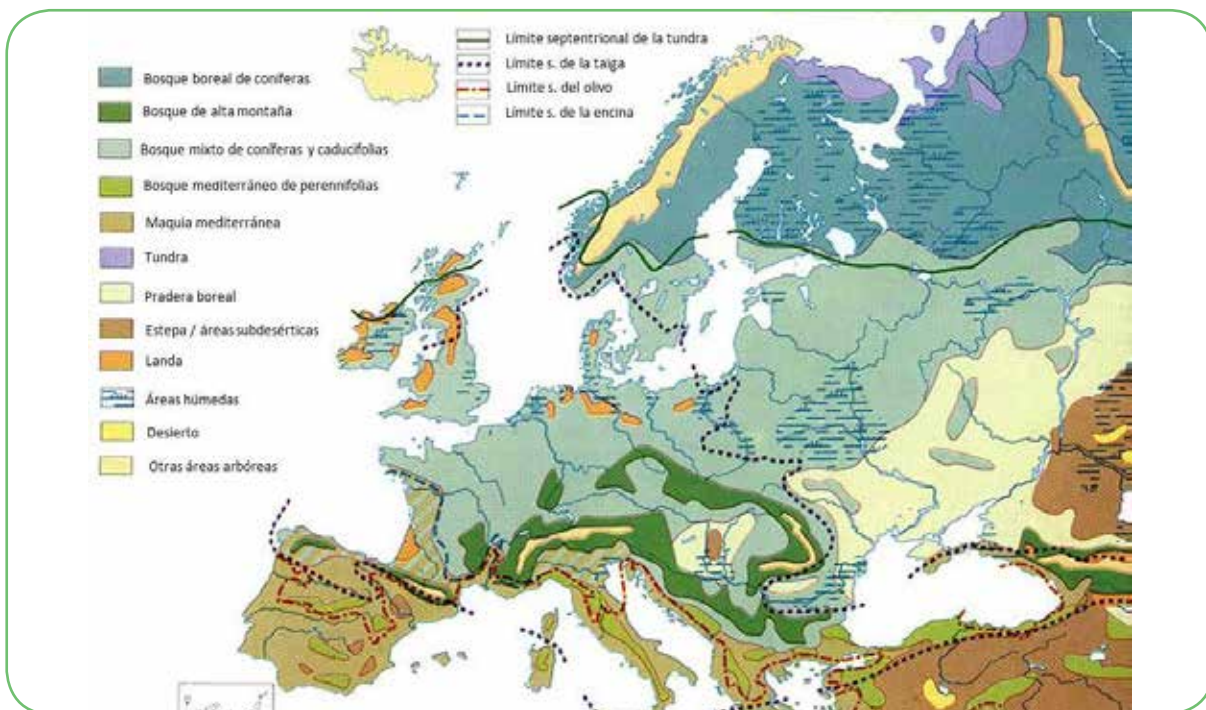
Por otro lado, Europa también tiene climas subtropicales, como el **clima macaronésico**, de temperaturas templadas todo el año y bajas precipitaciones, se da en las Islas Canarias, Madeira y Azores. Y el clima de **alta montaña**, el cual solo se da en las grandes cumbres, por encima de los 1.200 metros y se caracteriza por unos inviernos fríos y largos con temperaturas negativas, y veranos frescos.

El último tipo climático es el que más extensión ocupa, se trata del **clima continental**. Éste abarca toda centroeuropa y sus características son la rigurosidad de los veranos cálidos y los inviernos muy fríos con heladas abundantes. (Figura 6).

la tundra en las zonas polares (Figura 7). En Europa encontramos hasta doce tipos de bosques y agrupaciones vegetales y cerca de diez regiones biogeográficas distintas.

Es importante tener en cuenta que apenas unas débiles líneas diferencian unas zonas de otras y la más leve modificación climática puede suponer gravísimos cambios, y la alteración de los ecosistemas tal y como se conocen. Los ríos, la fauna, la flora, dependen de los factores ecológicos de cada región y de cada espacio, y si se altera cualquiera de ellos, el ecosistema cambia. Como hemos señalado, las distintas especies podrán adaptarse o no en función de la velocidad de transformación,

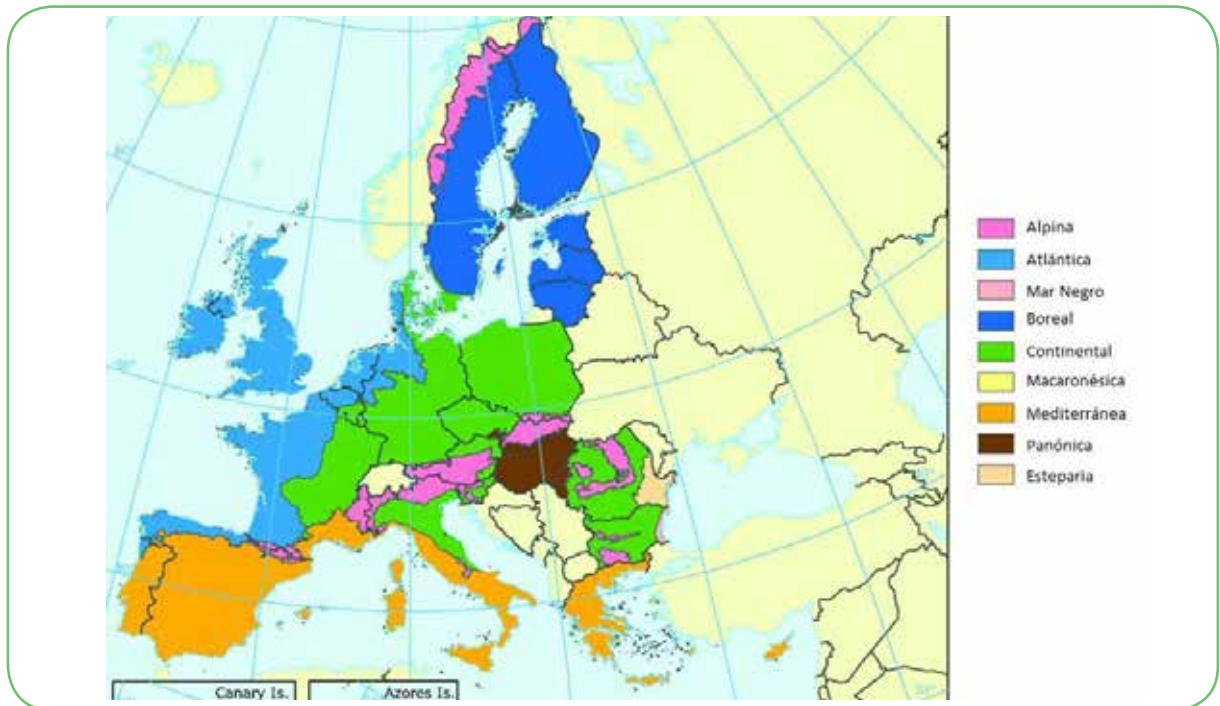
Figura 6: Mapa de las regiones biogeográficas de Europa. Fuente: Agencia Europea del Medio Ambiente.



Debido a la diversidad climática, en Europa se encuentran varios tipos de vegetación: bosque mediterráneo, bosque mixtos de coníferas y caducifolias, bosque boreal de coníferas y

de la salud ambiental del entorno, y de la suma de procesos de cambio que se desencadenen al mismo tiempo.

Figura 7: Mapa de vegetación de Europa. Fuente: Agencia Europea del Medio Ambiente.



El calentamiento global no actuará igual en todas las regiones y sus manifestaciones dependerán del clima previo que tenga cada lugar. No será lo mismo que las precipitaciones disminuyan un 10% en el clima mediterráneo, donde ya son bajas de por sí, que un clima atlántico donde son elevadas.

3.2 Impactos y cambios generales constatados en el continente europeo entre 1950 - 2015

A continuación, se mostrarán los fenómenos más significativos en los que se ha reflejado el cambio climático, y que han sido estudiados y consensuados por la comunidad científica internacional como consecuencia del CC. Bien sea por que se haya convertido en tendencia a lo largo de décadas, o por la rareza y excepción con la que han ocurrido a lo largo de la historia.

3.2.1 Temperaturas

En Europa, el ritmo de calentamiento ha estado $0,2^{\circ}\text{C}$ por encima de la media mundial. En el año 2007 la temperatura media del continente era $1,2^{\circ}\text{C}$ más alta que la temperatura media de la época preindustrial en la superficie continental⁷ (Gráfico 7). En cuanto a la

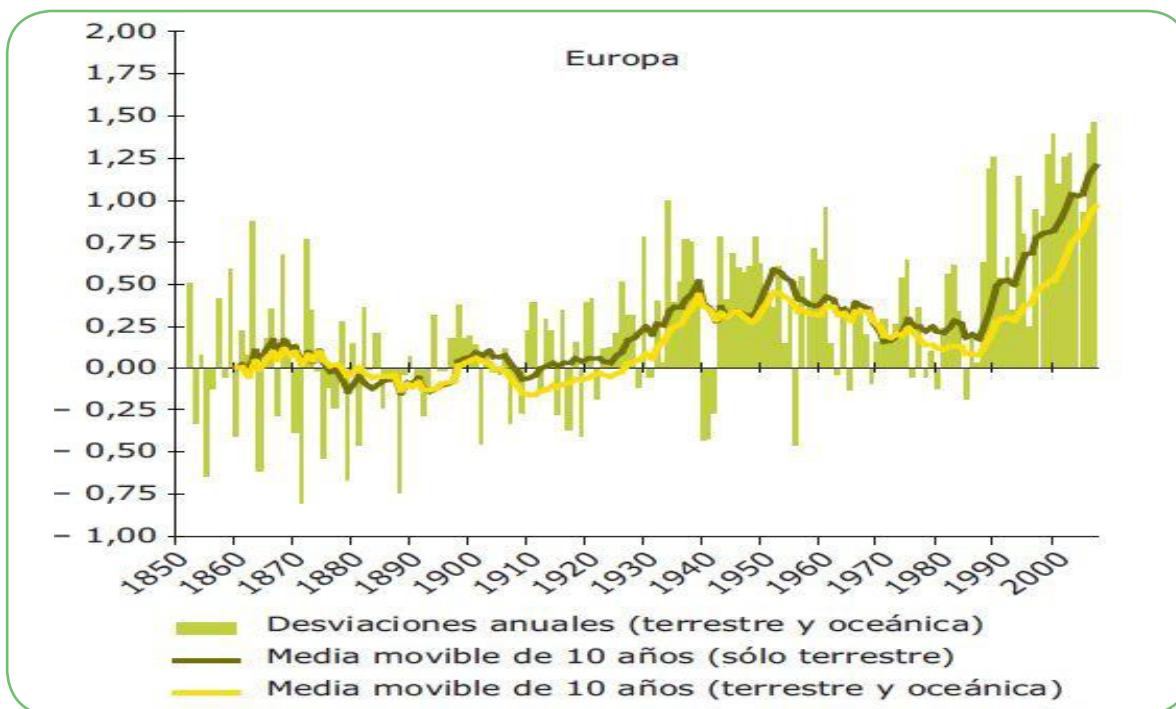
temperatura de mares y océanos, el aumento ha sido de 1°C .

Ocho de los doce años transcurridos entre 1996 y 2007 figuran entre los 12 años más cálidos desde 1850, y así hasta el año 2013, que se situó en sexto lugar de los más cálidos.

La década 2002–2011 fue la más calurosa jamás registrada en Europa, siendo la temperatura terrestre europea de $1,3^{\circ}\text{C}$ más cálida que la media preindustrial. En esto han tenido mucha influencia la frecuencia de las olas de calor.

Las olas de calor han provocado decenas de miles de muertos en la última década. De todas

Gráfico 7: Desviaciones observadas en la temperatura media anual europea.
Fuente: KNMI (<http://climexp.knmi.nl/>).



ellas, las de 2003, 2010 y 2012 son consideradas de las peores, especialmente la primera, pues afectó a toda Europa en tal magnitud que se convirtió en el peor desastre natural de nuestra historia reciente, considerado como el verano más cálido desde al menos el año 1500. Sólo en 2003 se registraron más de 70.000 muertes asociadas a las olas de calor. (Figura 8).

Figura 8: Ola de calor.



En los últimos cincuenta años se ha observado diferencias temporales y geográficas, en los registros de temperaturas, con aumentos especialmente acusados en la península Ibérica, en Europa central y nororiental y en las regiones montañosas.

El calentamiento de Europa ha sido desigual también durante las estaciones del año. Los máximos aumentos se han dado durante la primavera y el verano, mientras que el calentamiento registrado en otoño fue prácticamente nulo.

El calentamiento más notorio se ha dado en Escandinavia, sobre todo en invierno, donde se han reducido enormemente el número de nevadas. Mientras, en la península Ibérica el calentamiento fue mayor en verano, sobre todo por efecto de las olas de calor.

En Europa, los fríos extremos son cada vez menos frecuentes, al contrario que el calor extremo, que empieza a hacerse más habitual, aumentando la frecuencia de días cálidos. Ésta prácticamente se triplicó entre 1880 y 2005, siendo las regiones más afectadas la península Ibérica, Europa central (incluidos los Alpes), el litoral adriático oriental y el sur de Grecia (Figuras 9 y 10).

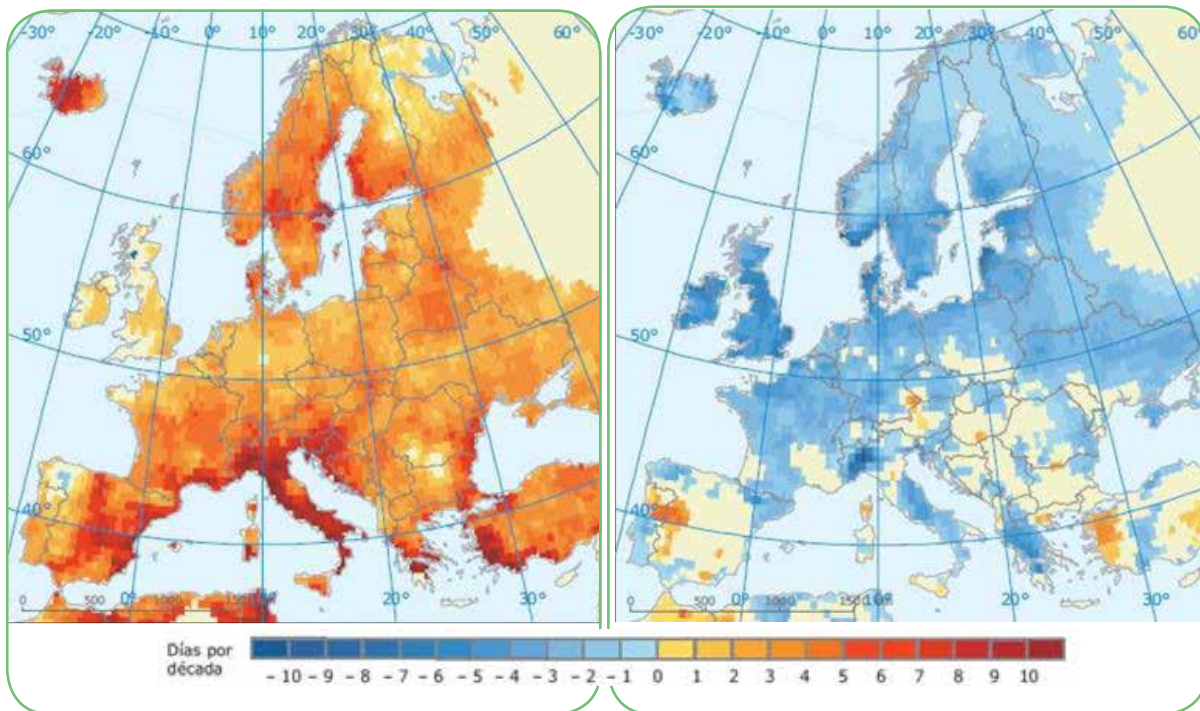
Esto está desembocando en otro problema de gran relevancia: **el número de noches tropicales, es decir, cuando las temperaturas no bajan de 20°C**. Este fenómeno de la tropicalidad nocturna viene explicado por dos factores: las olas de calor, que aumentan la temperatura diurna y, en las grandes ciudades, un efecto llamado “isla de calor”, que sucede por la acumulación de calor en asfaltos, cristales, ladrillos, etc.

Los años 2013 y 2007 fueron los sextos más cálidos para Europa y el mundo desde que comenzaron los registros en 1850. En Islandia, entre enero y marzo de 2014 se registró el periodo más cálido de su historia. Por el contrario, en mayo se daría el récord mínimo de temperaturas, con -27°C.

El verano de 2014 fue muy caluroso en numerosos países europeos. Portugal conoció una de las peores olas de calor desde 1941. La intensa ola de calor que asoló Austria en agosto estableció un nuevo récord nacional de temperatura de 40,5°C.

El 8 de agosto en muchas estaciones de Eslovenia se registraron temperaturas máximas sin precedentes, superando en algunos casos los 40°C, y ese mismo día, en Bratislava (Eslovaquia) el termómetro alcanzó los 39,4°C, considerándose la temperatura más elevada de esta ciudad desde que se iniciaran las observaciones en 1850. En la Tabla 1, pueden verse los máximos absolutos para cada país de Europa.

Figuras 9 y 10: Aumento de los días calurosos y descenso de los días fríos en la última década. Fuente: Proyecto ENSEMBLES.



El ejemplo más destacado hasta el momento fue la ola de calor de agosto de 2003, donde se sobrepasaron los 45°C en Portugal, España y Francia y los 30°C en el resto de Europa. En total, más de 15.000 personas murieron debido al calor, convirtiéndose en el peor desastre natural de la historia reciente de Europa, y si hablamos de los incendios forestales el año 2012 se convirtió en el peor de la historia de España, 2007 lo sería para Grecia con 3.000 incendios y 67 víctimas.

Debemos tener presente que, el aumento de las temperaturas coexiste con la presencia de olas de frío. Aunque éstas son cada vez menos frecuentes y menos severas.

En los últimos años, se ha estimado que el número de fallecidos por calor aumentará, mientras que los fallecidos por frío disminuirán en Europa, por lo tanto, no estamos sólo ante un evento climático, estamos también ante un factor de riesgo para los ciudadanos.

Trece de los catorce años más cálidos de los que se tiene registro se sitúan en el siglo XXI. Son por orden: 2010, 2005, 1998, 2003, 2002, 2013 y 2007.

Actualmente, con los datos del año 2014 en estudio, algunos servicios meteorológicos como los de Austria, Reino Unido y España ya han afirmado que 2014 se ha convertido en el más caluroso desde que hay registro.

Tabla 1

País y ciudad	Fecha	T° máxima
Grecia (Atenas)	10 de julio 1977	48 °C
Albania (Kuçovë)	18 de julio de 1973	43,9 °C
Alemania (Friburgo de Brisgovia)	13 de agosto de 2003	40,2 °C
Austria (Dellach im Drautal)	27 de julio de 1983	39,7 °C
Bélgica (Uccle)	26 de junio de 1947	38,8 °C
Bielorrusia (Gómel)	7 de agosto de 2010	38,9 °C
Bosnia y Herzegovina (Mostar)	31 de julio de 1900	46,2 °C
Bulgaria (Sadovo)	5 de agosto de 1916	45,2 °C
Chipre (Lefkoniko)	1 de agosto de 2010	46,6 °C
Croacia (Ploče)	5 de agosto de 1988	42,8 °C
Dinamarca (Holstebro)	10 de agosto de 1975	36,4 °C
Escocia (Greycrook)	9 de agosto de 2003	32,9 °C
Eslovaquia (Hurbanovo)	20 de julio de 2007	40,3 °C
Eslovenia (črnomelj)	5 de julio de 1950	40,6 °C
España (Murcia)	4 de julio de 1994	47,2 °C
Estonia (Võru)	11 de agosto de 1992	35,6 °C
Finlandia (Liperi)	29 de julio de 2010	37,2 °C
Francia (Conqueyrac)	12 de agosto de 2003	44,1 °C
Hungría (Kiskunhalas)	20 de julio de 2007	41,9 °C
Inglaterra (Faversham)	10 de agosto de 2003	38,5 °C
Irlanda (Castillo de Kilkenny)	26 de junio 1887	33,3 °C
Irlanda del Norte (Belfast)	12 de julio de 1983	30,8 °C
Islandia (Teigarhorn)	22 de junio de 1939	30,5 °C
Italia (Foggia)	25 de junio de 2007	48,5 °C
Letonia (Daugavpils)	4 de agosto de 1943	36,4 °C
Lituania (Zarasai)	30 de julio de 1994	37,5 °C
Moldavia (Camenca)	21 de julio de 2007	41,5 °C
Montenegro (Podgorica)	16 de agosto de 2007	44,8 °C
Noruega (Nesbyen)	20 de junio de 1970	35,6 °C
País de Gales (Hawarden Bridge)	2 de agosto de 1990	35,2 °C
Países Bajos (Warnsveld)	23 de agosto de 1944	38,6 °C
Polonia (Prószków)	29 de julio de 1921	40,2 °C
Portugal (Amareleja)	1 de agosto de 2003	47,4 °C
República Checa (Praga-Uhčínčves)	27 de julio de 1983	40,2 °C
Macedonia (Demir Kapija)	24 de julio de 2007	45,7 °C
Rumania (Ion Sion)	10 de agosto de 1951	44,5 °C
Rusia (Uta)	12 de julio de 2010	45,4 °C
Serbia (Smederevska Palanka)	24 de julio de 2007	44,9 °C
Suecia (Målilla)	29 de junio de 1947	38 °C
Suiza (Grono)	11 de agosto de 2003	41,5 °C
Ucrania (Luhansk)	12 de agosto de 2010	42 °C

3.2.2 Precipitaciones

Las precipitaciones en Europa se reparten de forma desigual en el territorio. Como hemos comentado anteriormente, existen distintos climas, algunos muy lluviosos, como el clima oceánico y otros secos durante buena parte del año, como el clima mediterráneo.

En el contexto del cambio climático, desde 1950 se están constatando graves cambios y alteraciones en las precipitaciones⁸. Durante el siglo XX la mitad norte de Europa ha incrementado sus precipitaciones entre un 10% y un 40%, mientras que en algunas zonas de la Europa meridional han disminuido hasta un 20% (*Figura 11*).

Durante el otoño y el invierno, que es cuando se dan las mayores precipitaciones en Europa debido al paso de las borrascas atlánticas, en la parte más occidental y septentrional, aumentó hasta un 40% sólo para estas

estaciones, mientras que la zona sur y central, los inviernos se han vuelto mucho más secos, agravando con ello el problema de la escasez hídrica. Sin duda son relevantes los casos de Portugal, España, Italia y Grecia en los que el total de las precipitaciones se han reducido en algunos casos hasta en más de 100 mm por década, lo que además trae anexo el problema de la sequía, un riesgo que se está incrementado en Europa central y oriental.

Si la desigualdad de las precipitaciones, tanto a lo largo del tiempo, como del espacio, ya se convierte en un problema, aún lo es más cuando buena parte de estas precipitaciones se dan de forma torrencial.

El CC ha causado un aumento de las precipitaciones intensas en los últimos cincuenta años en toda Europa. En zonas del Mediterráneo, donde el total de lluvia ha disminuido, cuando llueve lo hace de forma más severa.

Figura 11: Variación de las precipitaciones 1961-2006. Fuente: Proyecto ENSEMBLES.



Con el aumento de las temperaturas, los mares y océanos también se calientan, lo que hace emitir mayores cantidades de vapor de agua a la atmósfera, que estará disponible para hacer crecer las tormentas. Este tipo de lluvias llegan a representar en algunas regiones hasta el 15% o el 50% del total de lluvia anual, lo que lleva a situaciones de inundaciones repentinas, corrimientos de tierra o rápida crecida de los cauces. Si esto ocurre en ámbitos urbanos, en ocasiones los sistemas de alcantarillado y drenaje no son suficientes y se producen cuantiosas pérdidas económicas por arrastre de vehículos, casas y en el peor de los casos, incluso de personas. Esto está obligando a muchas ciudades a construir grandes colectores de agua, balsas antitormenta o depósitos de emergencia.

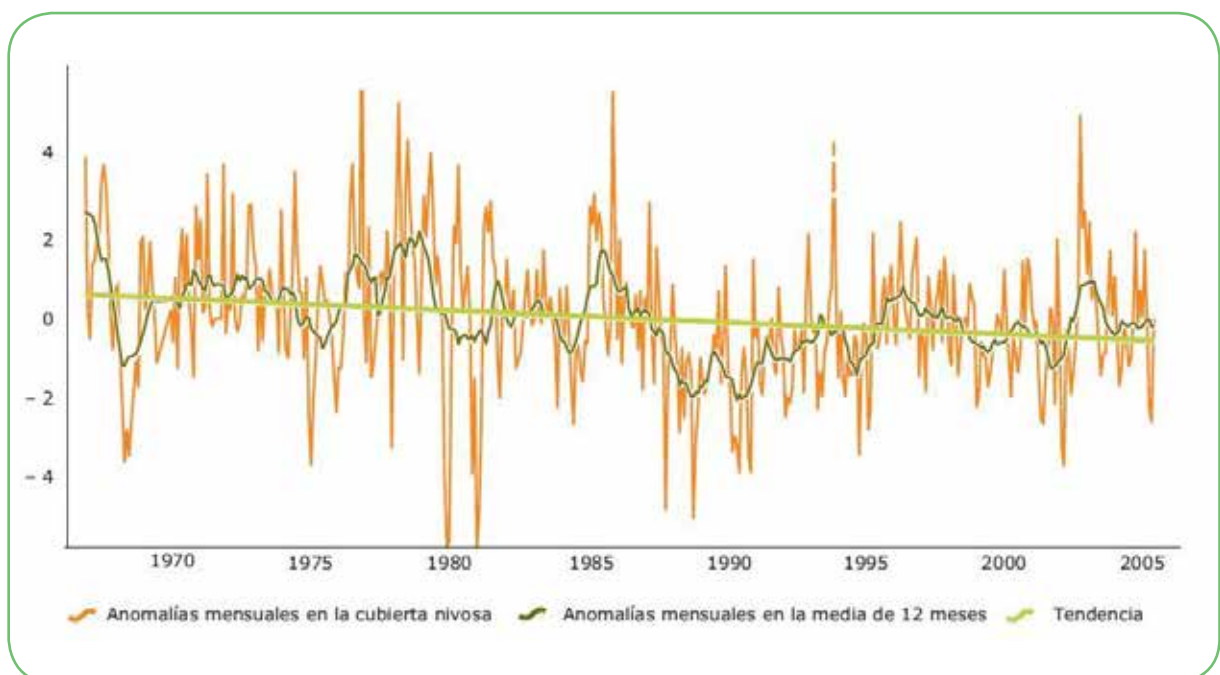
Otra tendencia general para Europa es la reducción de las nevadas. Aunque ocasionalmente caigan importantes nevadas que cubren grandes extensiones, el efecto de las temperaturas más altas hace desaparecer

la nieve rápidamente.

Durante el periodo 1981-2010, la extensión del manto de nieve en el continente euroasiático era de 1,71 millones de km². En la primavera de 2013, el manto de nieve de toda Europa se redujo en 430.000 km², pasando a estar por debajo de la media, convirtiéndose en la decimocuarta extensión más reducida registrada para esa estación (*Gráfico 8*).

En mayo de este mismo año, en Eurasia el manto de hielo se redujo a 7,3 millones de km², estableciendo un nuevo récord mínimo absoluto para ese mes, y continuó reduciéndose hasta junio de 2013, cuando el manto de hielo en todo el hemisferio norte, incluida Europa, quedó como el segundo más reducido, sólo por detrás del récord mínimo de 2012, que además, fue el récord mínimo absoluto del Ártico desde que existen observaciones. La tendencia continúa y 2014 también lo ha hecho disminuir enormemente, sexto año en mínimos.

Gráfico 8: Variación en la cubierta nivosa del hemisferio norte 1966-2005 en millones de km². Fuente: Brodzik, 2006 (datos de la NOAA); PNUMA, 2007.



Con el CC ha habido una reducción general de las precipitaciones, acompañado de un aumento de las lluvias torrenciales y las tormentas. (Figura 12 y 13).

En el sur de Europa (Portugal, España, Italia, Grecia, Sicilia) las precipitaciones totales anuales han descendido de media desde 1950 unos 25-50 milímetros por década, haciéndose

*Figura 12: Variación de las precipitaciones para el periodo 1951 - 2010.
Fuente: IPCC.*

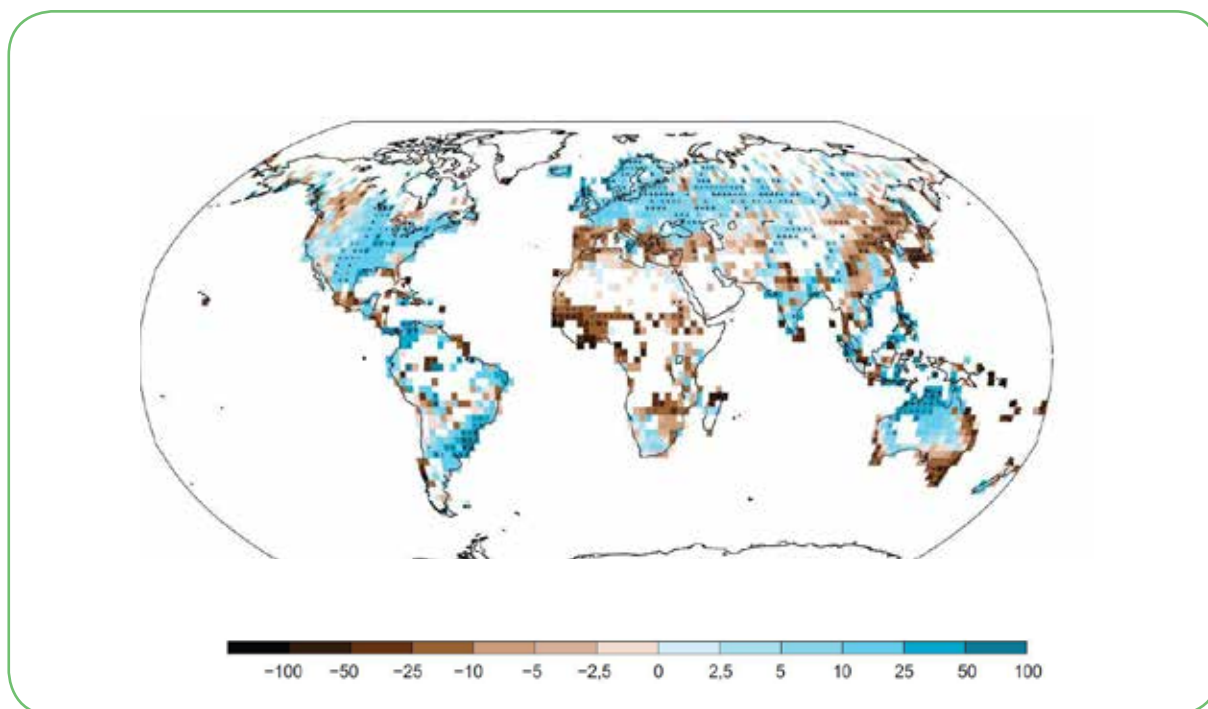


Figura 13: Praga (República Checa) inundada en agosto de 2012. Fuente: Reuters.



mucho más secos que en el norte y centro de Europa (República Checa, Polonia, Alemania, Irlanda, Suecia, Dinamarca, Bosnia, Reino Unido...).

En la mitad norte, las precipitaciones han aumentado entre 10-15 milímetros por década, llevando consigo el problema de las inundaciones. En este sentido, las precipitaciones podrían acentuar cambios severos en la hidrografía de Europa, distinguiendo entre una Europa muy seca al sur y otra muy húmeda al norte⁹.

3.2.3 Medio ambiente

Los efectos del cambio climático afectan a todos y cada uno de los componentes de la naturaleza, siendo imposible enumerar todos ellos. A continuación ofrecemos una síntesis de los más relevantes.

Bosques, tundra y permafrost

En Europa, la mayoría de los ecosistemas se encuentran alterados por la actividad humana (deforestación, contaminación, construcción, producción agrícola, vías de transporte, etc.) por lo que hemos de tener en cuenta que las afecciones ocasionadas por el cambio climático suceden en un contexto complejo, de gran fragilidad ambiental.

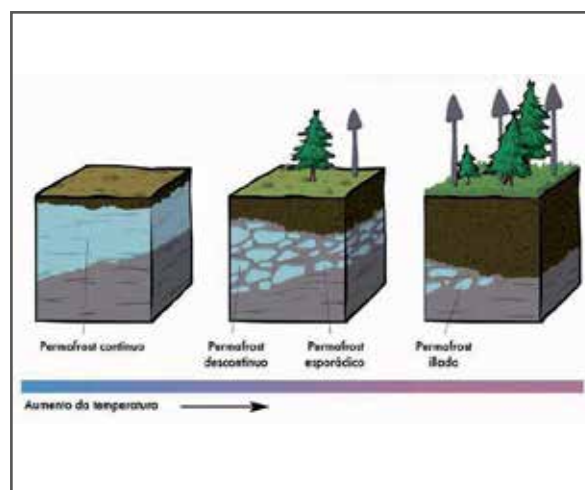
En primer lugar, los bosques mediterráneos y boreales se están desplazando hacia el norte, en respuesta al cambio en el volumen y distribución estacional de las precipitaciones¹⁰.

El aumento de la temperatura, sumado a la disminución de la humedad del suelo ha reducido considerablemente la formación de turba en zonas glaciares del continente europeo. En particular en la península finoescandinava, que además se está viendo doblemente perjudicada por el deshielo de la capa de permafrost (suelo helado). Se están creando grandes extensiones de agua en algunas áreas que antes no existían y fundiendo las capas heladas subterráneas en otras. Esto está alterando los sistemas de humedales y amplificando la emisión de metano a la atmósfera, pues el permafrost es un gran almacén de este gas (Figura 14).

El límite septentrional de los bosques de la península fino-escandinava y del norte de Rusia tienden a desplazarse a regiones de ambientes polares, reduciendo por

consiguiente la extensión de tundra.

Figura 14: Secuencia de actuación del aumento de temperatura sobre el permafrost.



La supervivencia de algunas especies y tipos de bosque se está viendo amenazada porque el desplazamiento de las zonas climáticas es más rápido que la migración de las especies.

Los ecosistemas de gran altura son, desde mitad del siglo pasado, especialmente vulnerables, puesto que ante el aumento de temperaturas, no tienen a dónde migrar. Las especies se van quedando cada vez más confinadas en los picos superiores hasta desaparecer.

La secuencia temporal y cronológica de fenómenos estacionales que afectan a la vegetación está cambiando en toda Europa a causa de los cambios en las condiciones climáticas. **El 78% de los registros de foliación y floración muestran tendencias a adelantarse en el tiempo.**

Entre 1971 y 2000, la primavera y el verano se adelantaron un promedio de 2,5 días por década. En el medio terrestre las plantas están adelantando hasta diez días la producción de pólenes. Esto a su vez se prolonga más en

el tiempo. Se favorece así que se produzca antes la floración o la llegada de especies migratorias, aunque en casos como en el de la cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*), se sabe que prácticamente ya no se va de Europa durante los meses de invierno. Otras especies afectadas son el abejaruco (*Merops apiaster*), el sisón común (*Tetrax tetrax*) o el legápedo alpino (*Lagopus mutus*). (Figura 15).

El aumento de temperaturas está adelantando la puesta de las aves.

Figura 15: Cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*).



Ríos y lagos

Durante en el siglo XX, la temperatura del agua de algunos ríos y lagos europeos experimentó un aumento entre 1°C y 3°C. Esto está provocando que en varios lagos europeos, la proliferación de fitoplancton y zooplancton esté produciéndose un mes antes que hace 30 o 40 años, además de especies invasoras (Figura 16).

Estos fenómenos han hecho desaparecer algunos ecosistemas acuáticos naturales y ha reducido la diversidad de especies

de agua dulce del sur de Europa en los ecosistemas de agua dulce. Muchos de estos ecosistemas están fuertemente amenazados por la disminución de las precipitaciones y el aumento de las temperaturas. En las zonas norte y central, se está observando aumentos de biodiversidad, debido a un clima más cálido.

El aumento de temperaturas también está adelantando el desove de los peces.

Figura 16: Pradera de posidonia siendo invadida por la especie tropical *Caulerpa*. Fuente: Ministerio de Medio Ambiente de Francia.



Las nuevas condiciones climáticas que se están creando, favorecen la entrada de nuevas especies, de tipo invasor, que favorecen la disminución de ejemplares en las poblaciones autóctonas. Esto está pasando, tanto en ecosistemas terrestres, como marinos. En el Mediterráneo donde la *Caulerpa taxifolia*, un alga típica de mares tropicales de Filipinas está desplazando a la *Posidonia oceánica*, una planta típica de las costas europeas, provocando la pérdida de grandes praderas marinas cobijo de peces autóctonos.

Durante el siglo XX los caudales anuales de los ríos mostraron una tendencia ascendente en la mitad norte de Europa, principalmente

en invierno. Por el contrario, hubo descensos en la mitad sur de Europa (Figura 17). Este fenómeno guarda una estrecha relación con los cambios observados en los patrones de precipitación y temperatura descritos líneas atrás.

Otra consecuencia significativa del CC es el aumento de los caudales extremos de los ríos. Entre los años 1981 y 2000 se registraron dos veces más caudales máximos que entre 1961 y 1980. Desde 1990, se han registrado 259 grandes inundaciones en Europa, de las cuales el 64% de los casos se registraron a partir del año 2000.

Precipitaciones extremas caídas en la región alpina, en Alemania, Austria, Polonia, la República Checa y Suiza produjeron las inundaciones de mayores dimensiones observadas en las cuencas fluviales del Danubio y el Elba desde 1950. Cayeron más de 400 milímetros de lluvia en algunas zonas

localizadas del 29 de mayo al 3 de junio. Sólo en Austria, los meses de mayo y junio fueron los más húmedos desde el comienzo de los registros en 1858 y algunos ríos alcanzaron una altura sin precedentes; en Passau (Alemania) las aguas alcanzaron el nivel más alto desde 1501 (Figura 18).

Los suministros de agua para consumo humano se han visto afectados por las crecidas, tanto en el norte, como en el noroeste de Europa; y por las sequías en el sur del continente.

Otro problema de incuestionable relevancia es la contaminación de muchos ríos que, sumado al aumento de la temperatura, está suponiendo el empeoramiento de la calidad de las aguas. Además, veranos más cálidos, una agricultura intensiva de regadío y modelos turísticos de consumo intensivo de agua han hecho aumentar su demanda de forma, a todas luces, insostenible.

Figura 17: Modelización del cambio en el caudal anual de los ríos entre los periodos 1971–1998 y 1900–1970. Fuente: Milly et al., 2005 y Agencia Europea del Medio Ambiente.

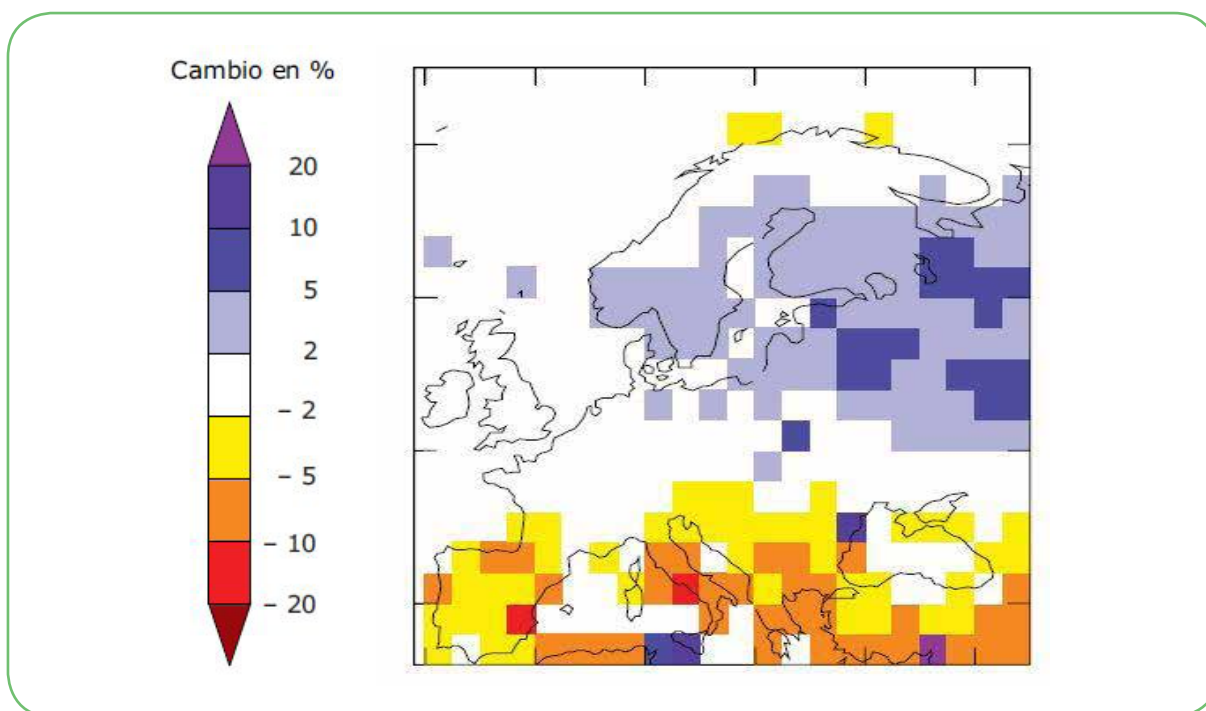


Figura 18: Passau (Alemania). Las aguas alcanzaron en 2013 una altura jamás registrada. Fuente: Ayuntamiento de Passau.



Como se ha mencionado anteriormente, **la inmensa mayoría de las lenguas de hielo de las regiones glaciares del continente se encuentra en fase de retroceso** (Figuras 19 y 20). Desde 1850, los glaciares de los Alpes

han perdido aproximadamente dos terceras partes de su volumen. Siendo su máxima disminución desde la década de los ochenta. Los de los Pirineos han desaparecido casi por completo.

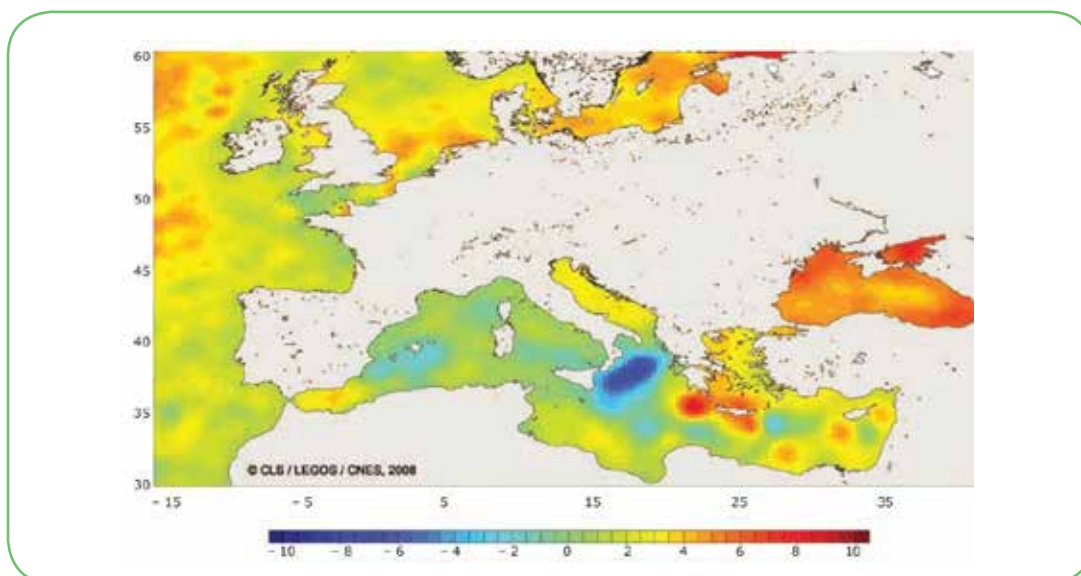
Aumento del nivel del mar

En Europa, los índices de elevación del nivel del mar oscilaron entre 0,3 y 2,8 mm/año (Figura 21). Resultados de investigaciones recientes obtenidos mediante teledetección y mareógrafos indican un mayor índice medio mundial de ascenso en los últimos quince años, de aproximadamente 3,1 mm/año. Este fenómeno supone una mayor erosión costera, mayor penetración del mar durante los temporales y anegamiento de las zonas bajas. En definitiva, una mayor vulnerabilidad frente a desastres.

Figuras 19 y 20: Reducción del glaciar Vernagtferner (Austria) con dos imágenes comparativas; a la izquierda en 1912, y a la derecha en 2003. Fuente: Comisión de glaciología, Academia bávara de ciencias, Munich.



Figura 21: Cambios en el nivel del mar en Europa entre 1992 y 2007.
Fuente: AEMA.



3.2.4 Desastres

Algunos de los efectos más dramáticos del CC son los desastres naturales. Éstos han existido a lo largo de toda la historia del planeta, por lo que nunca se podrá acusar al calentamiento global de ser el culpable de todos ellos. Sin embargo, lo que sí es cierto, es que debido al fenómeno que estamos estudiando se está produciendo un mayor número de ellos y está aumentando su severidad.

Por otro lado, hay que señalar que el cambio climático no influye en desastres geofísicos, como los terremotos, tsunamis o volcanes, puesto que se ven influidos por la dinámica interna de la Tierra, no por el clima, y nada tiene que ver con ellos el aumento de la temperatura en la atmósfera.

El número de desastres naturales en Europa y su impacto han aumentado en los últimos años, solo entre 1998 y 2009 causaron cerca de 100.000 muertes, afectaron a más de once millones de personas y supusieron unas

pérdidas económicas de unos 150.000 millones de euros. Las olas de calor y las inundaciones fueron las catástrofes naturales que más fallecidos y daños materiales causaron en Europa¹².

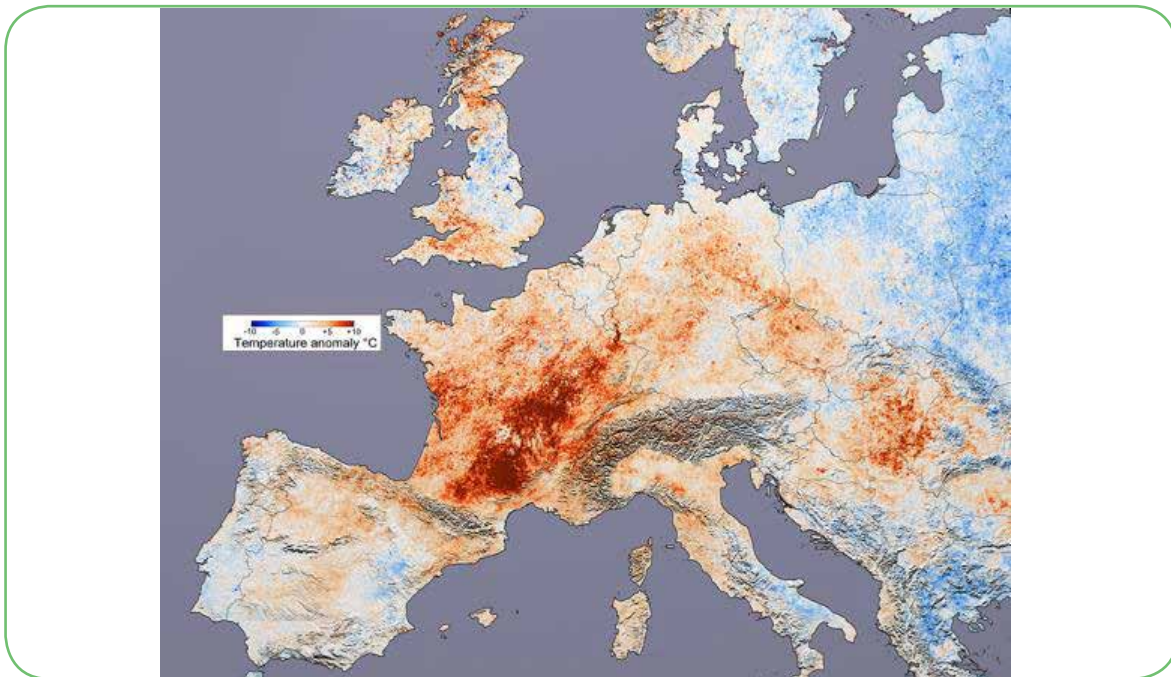
Olas de calor, inundaciones, tormentas

El peor desastre del periodo 1998 – 2009 fue la ola de calor del año 2003 que afectó al sur del continente cobrándose la vida de más de 70.000 personas (*Figura 22*).

En total, para este periodo se produjeron 101 olas de calor, que provocaron un total de 77.551 fallecidos y unas pérdidas de 9.962 millones de euros.

Sin embargo, la lista de los eventos con más pérdidas económicas contabilizadas hasta el momento, la encabezan las tormentas y las inundaciones. 213 inundaciones entre 1998 y 2009, que provocaron 1.126 muertos y unas pérdidas de 52.172 millones de euros.

Figura 22: Mapa de anomalías de temperaturas durante la ola de calor de 2003
Fuente: NASA.



Las 155 tormentas contabilizadas causaron 729 muertos y 44.338 millones de euros de pérdidas materiales. El desastre natural que más pérdidas causó en Europa fueron las inundaciones de Europa central en 2002, que costaron unos 20.000 millones de euros.

Además hay que recordar, las inundaciones en áreas de montaña, como las de 1996 en el *camping de Biescas* (Huesca, España), donde murieron 87 personas (Figura 23).

En el año 2013 las precipitaciones extremas caídas en la región alpina y en Alemania, Austria, Polonia, la República Checa y Suiza produjeron las inundaciones más graves y de mayores dimensiones observadas en las cuencas fluviales del Danubio y el Elba desde 1950 al caer más de 400 milímetros de lluvia en algunas zonas localizadas del 29 de mayo al 3 de junio. Sólo en Austria los meses de mayo y junio fueron los más húmedos desde el comienzo de los registros en 1858 y algunos ríos alcanzaron una altura sin precedentes;

en Passau (Alemania) las aguas alcanzaron el nivel más alto desde 1501 (Figura 24).

Figura 23: Camping Las Nieves (Biescas, Agosto, 1996). Foto: Diario del Altoaragón.



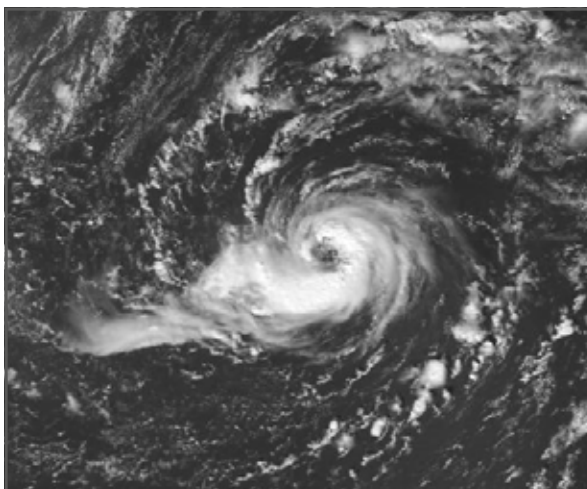
*Figura 24: Inundaciones en Europa central
Foto: Getty.*



Otro fenómeno sin precedentes es el aumento de huracanes, tormentas, depresiones tropicales y ciclones extratropicales. En los últimos años se ha constatado que la trayectoria de los ciclones tropicales se ha desplazado hacia el norte, debido al aumento de las temperaturas del agua de los mares y océanos.

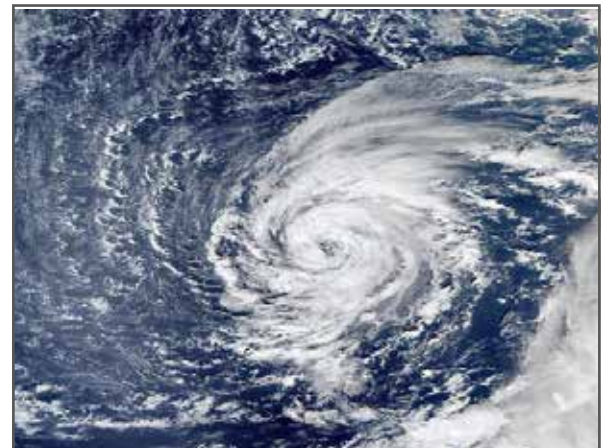
El suroeste de Europa se ha visto afectado por estos fenómenos: el huracán Vince llegó hasta España y Portugal en 2005, convirtiéndose en el huracán más al noreste del Atlántico de toda la historia (Figura 25).

Figura 25: Imagen satelital del Huracán Vince (2005). Fuente: NASA.



Le seguiría días después la Tormenta Tropical Delta, que afectó a las Islas Canarias y a Madeira entre el 28 y el 29 de noviembre de 2005. En el año 2006, el huracán Gordon impactó directamente contra las islas de Azores como huracán categoría 2 y posteriormente se desplazó muy cerca de la costa poniente de España hasta disiparse en la costa oeste de Europa (Figura 26). En el año 2012 el Huracán Nadine, se convertiría en el cuarto huracán de la historia con más tiempo de vida sobre el Atlántico, un total de 23 días; en su recorrido se aproximó varias veces a las Islas Azores e incluso tuvo varios intentos de golpear directamente la costa portuguesa.

Figura 26: Imagen satelital de la Tormenta Trópic Delta (2005). Fuente: NASA.



Semanas antes de la formación de Nadine, otro huracán llamado Gordon golpearía la isla de Santa María en Azores y llegaría al continente europeo como depresión postropical (Figura 27).

En definitiva, estos fenómenos se están haciendo mucho más frecuentes y suponen un alto riesgo por su virulencia. Y aunque no se formen en Europa, si pueden llegar hasta ella provocando gravísimos perjuicios.

Figura 27: Trayectoria del Huracán Gordon (2012). Fuente: Hamweder.com.



*Figura 28: Costa de Santander. Ciclogénesis.
Fuente: El Heraldo - Agencia EFE.*



Los ciclones extratropicales, formados en latitudes medias, como los huracanes, también se están multiplicando de forma alarmante. Este fenómeno crea grandes mareas y marejadas capaces de inundar decenas de metros del litoral, acompañadas de olas de hasta 15 metros.

El 28 de octubre de 2013 uno de estos fenómenos golpeó Reino Unido. Se trató de la tormenta de otoño más fuerte de la región desde 2002 hasta la fecha. Entre el 4 y el 7 de diciembre se desplazó de oeste a este por todo el norte de Europa. Las mareas de tempestad resultantes, que afectaron a países como Reino Unido y Países Bajos, fueron las peores desde hacía 60 años. Y en Alemania, donde los diques tenían ocho metros de alto, la marea de tempestad llegó a superar el nivel medio del mar en unos 4 - 6 metros de altura, sobrepasando éstos.

A comienzos del año 2014 en la fachada atlántica europea, una serie de procesos ciclogénéticos explosivos durante los meses de enero y febrero tendrían en alerta roja a todo el Atlántico, con rachas de viento que llegaron en algunos casos a cerca de 200 km/h, provocando fortísimos temporales marinos (Figura 28).

En A Coruña (España) se llegó a registrar en mar abierto, una ola de 27,81 metros de altura el día 6 de enero, que batió el récord absoluto registrado hasta el momento, durante el temporal ya comentado. Multitud de puertos, paseos marítimos y playas fueron arrasados en toda Europa. Este tren de ciclones actualmente se encuentra en fase de estudio, pero podría estar íntimamente ligado a los efectos del CC en nuestro continente.

Mayo de 2014 pasará a la historia del sudeste de Europa. Bosnia y Serbia sufrieron los efectos de un ciclón anómalo que acabó con la vida de más de veinte personas y obligó a desplazar a más de 16.000 personas.

No podemos abandonar este apartado sobre ciclones y huracanes, sin hablar de un nuevo fenómeno que cada vez es más frecuente en el Mediterráneo, suponiendo un gravísimo riesgo para la población: los medicanes, nombre compuesto de mezclar las palabras en inglés *mediterranean hurricane*.

Las elevadas temperaturas de las aguas del Mediterráneo provocan la emanación de grandes cantidades de vapor capaces de intensificar ciclones hasta el punto de convertirlos en verdaderos huracanes.

El 8 de noviembre de 2011 se formaría un gran medicane frente a las costas de Francia, con fortísimos vientos y lluvias intensas. El más reciente, hasta la fecha, se dio el 7 de noviembre de 2014 entre Túnez y Sicilia (Figura 29), llevando consigo precipitaciones muy intensas que anegaron buena parte de las costas de estos países e Italia, con cuantísimos daños económicos y personales.

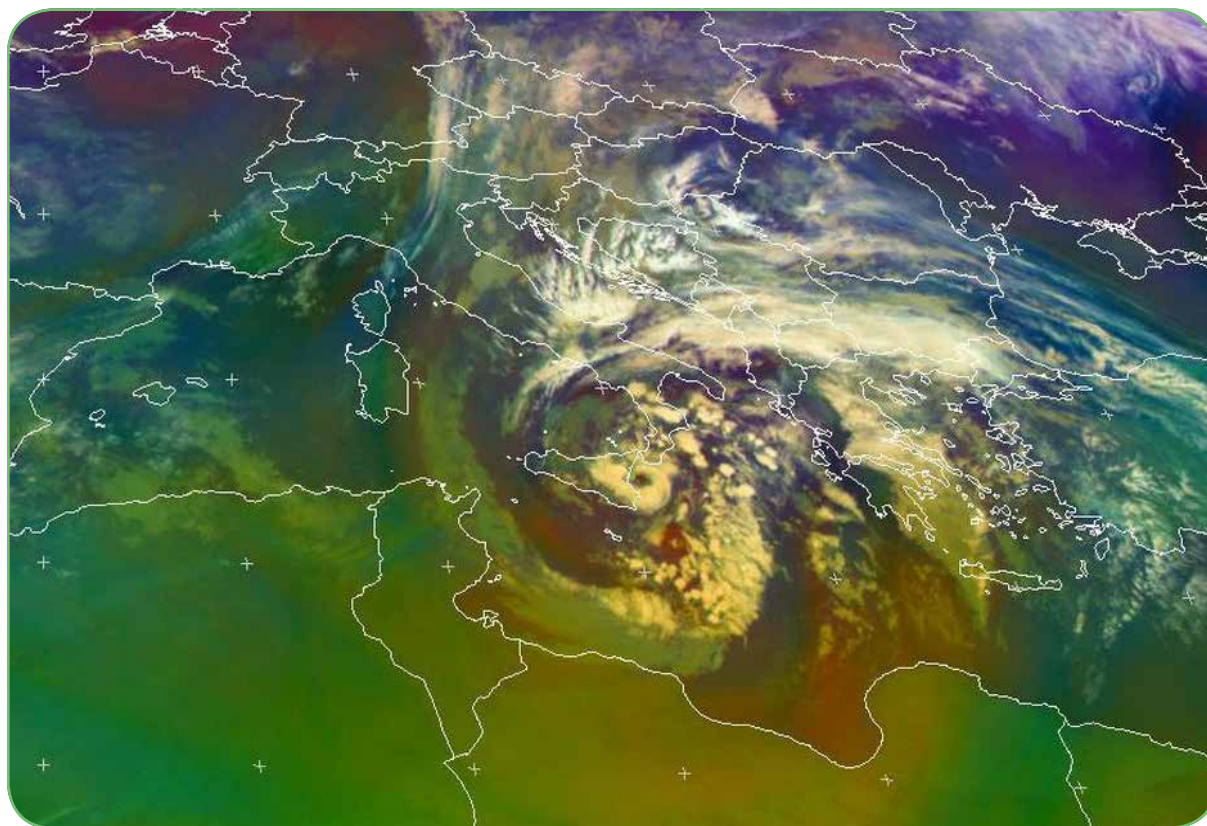
Otro fenómeno conocido con el nombre de *meteotsunami*, o tsunami de origen meteorológico, también se está dando de forma más frecuente. Se origina normalmente por fuertes diferencias de presión atmosférica, cuyo reflejo en el océano genera olas anómalas, que si se dirigen hacia la costa, pueden ser devastadoras.

La isla de Menorca conoce bien este fenómeno. En 2006 sufrió un *meteotsunami* de gran envergadura. En el mar Adriático han llegado a padecer meteotsunamis de varios metros de altura, provocando cuantiosas pérdidas económicas y personales, tanto en los puertos, como en decenas de metros tierra adentro.

Más incendios

Otro desastre cuya frecuencia ha aumentado en Europa, en este caso relacionado con la disminución de las precipitaciones, ha sido el de los incendios forestales. Desde principios de los años noventa, han fallecido **entre 200 y 300 personas en Europa como consecuencia de los 38 grandes incendios registrados**, que a su vez se tradujeron en 6.916 mil millones de euros en pérdidas¹³.

Figura 29: *Medican o huracán del Mediterráneo entre Sicilia e Italia.*
Fuente: EUMETSAT.



La mayor parte de ellos sucedieron en la Europa mediterránea, donde España se clasifica como uno de los países europeos más afectados, con 50 muertos y algunos de los mayores incendios, como los de 2006 y 2007, que provocaron la quema de miles de hectáreas de bosques. Pero sería 2012 el peor año de la historia de este país (*Figura 30*).

Del mismo modo, el año 2007 fue devastador para Grecia, calcinando miles de hectáreas y matando a más de setenta personas.

Aumento de sequías

La disminución de las precipitaciones también está generando, en una parte importante del continente europeo, principalmente en el sur, sequías cada vez más frecuentes e intensas.

Cabe destacar la sequía que se produjo en 2003 junto a la ola de calor que hemos mencionado, que afectó desde Portugal a Bulgaria.

Las bajas precipitaciones anuales, que llegaron a disminuir hasta en 300 mm, provocaron sequías que resultaron en una reducción de la producción agrícola, una mayor propagación de los incendios forestales y que varios de los principales ríos europeos como el Po, el Rin, el Loira, el Danubio o el Tajo, alcanzasen cotas históricamente bajas.

En conclusión, los desastres meteorológicos han sido de por sí el principal riesgo natural en Europa. En las últimas décadas se han incrementado en frecuencia e intensidad, cobrándose mayor número de vidas y suponiendo un mayor costo económico.

Figura 30: Incendio 12 de marzo de 2012. Fuente: Ecologistas en Acción Ribagoza.



3.2.5 Sectores económicos

Todos los impactos mencionados tienen, como es evidente, consecuencias directas en las economías de cada región, sobre todo en las actividades que guardan una relación inmediata con la climatología, como es el caso de la agricultura.

Sistemas agrarios

En apartados anteriores veíamos cómo afecta el cambio climático a la floración de las plantas, al avance de nuevas especies y a la disponibilidad de agua. Estos fenómenos también afectan a los sistemas agrícolas, concretamente a la productividad y, en algunos casos, hasta a la supervivencia de determinados cultivos.

Ha sido constatado, que la floración y la madurez de varias especies se produce en la actualidad dos o tres semanas antes que en la segunda mitad del siglo XX.

En términos generales, podría decirse que desde comienzos del siglo XXI, la variabilidad del rendimiento de los cultivos ha aumentado como consecuencia de fenómenos climáticos más cálidos y húmedos (Figura 31).

En latitudes meridionales se tiende a una reducción del período vegetativo de crecimiento, con el consiguiente incremento en el riesgo de sufrir daños ocasionados por el frío de las heladas primaverales tardías. En latitudes septentrionales, se está observando un período de crecimiento de cultivos más prolongado, que incrementa el rendimiento de algunos cultivos y las poblaciones de insectos. Este cambio favorece el desplazamiento de latitud de cultivos como la vid, el olivo o los cítricos (Figuras 32 y 33), desde los ambientes mediterráneos, hacia Europa central.

Figura 31: Cultivo de kiwis en Asturias. Fuente: ASAJA.



Figura 32: Campo de vides abandonado en Murcia (España).



Si anteriormente comentábamos la dualidad que se está dando en Europa, entre una Europa más húmeda al norte, y una más seca al sur, esto también influye en la agricultura. **Entre**

Figura 33: Cultivo de vides en Reino Unido.



1975 y 2006 se observaron tendencias claras, tanto positivas como negativas, con respecto a la necesidad de agua en toda Europa, con una pronunciada variabilidad espacial. Se produjo un aumento significativo de la

demanda de agua (50–70%) principalmente en las zonas del Mediterráneo, donde el aumento llega a representar más de 300 m³/año (300.000 litros) compitiendo con el agua de consumo doméstico, mientras que en las regiones de norte y centrales se registraron grandes descensos.

Sistemas pesqueros

El sector pesquero, tanto en su vertiente de pesca de captura, como de acuicultura, también ha sufrido cuantiosos daños debido al aumento de la temperatura de las aguas y la acidificación. Muchas poblaciones de peces y de marisco se están desplazando en latitud y están desapareciendo de sus zonas primigenias¹¹.

La acuicultura en mar abierto está pasando por los mismos problemas. Un ejemplo muy claro es lo que está ocurriendo en Noruega, Suecia o Irlanda desde hace años, donde las piscifactorías de salmón (*Salmo salar*) se están enfrentando a un aumento de las especies de parásitos, que en aguas más cálidas se reproducen mejor (*Figuras 33 y 34*).

Figuras 33 y 34: A la izquierda, piscifactorías de salmón en los fiordos noruegos. A la derecha, un alevín de salmón infectado por parásitos. Fuente: Alexandra Mortan.



Turismo

Además de ser un factor de impacto y de riesgo, el clima es esencial para la industria turística de cualquier región. La variabilidad climática o el exceso de calor afectan directamente a la planificación de los paquetes turísticos. Cuando los patrones meteorológicos son cambiantes en los destinos y en los países emisores, el flujo de turistas se ha demostrado muy vulnerable. *(Figuras 35 y 36).*

El impacto del cambio climático en el turismo es difícilmente cuantificable, puesto que los flujos turísticos están fuertemente condicionados por las expectativas económicas de la población de origen, modas, etc. Sin embargo, es evidente que actividades al aire libre, especialmente para los segmentos del turismo de playa y los deportes de invierno dependen de unas condiciones climáticas adecuadas para su desarrollo.

Ciudades como Madrid o Sevilla, que cada vez con más frecuencia alcanzan los 40° durante el mes de agosto y sufren numerosas noches tropicales, han dejado de ser destinos atractivos para muchos turistas durante ese mes. Aunque, como decimos, no es sencillo

diferenciar la influencia del cambio climático de otros factores, se percibe una tendencia al desplazamiento de masas turísticas hacia las zonas más templadas del continente.

Lo que sí ha podido ser evidenciado es que la disminución de las nevadas ha condicionado la industria turística de alta montaña. Además, ahora nieva más tarde y la nieve se funde antes, debido a las altas temperaturas de la primavera.

Es por ello que las zonas dedicadas a este tipo de deportes se han visto en la obligación de abrir más tarde y cerrar antes *(Figuras 37 y 38)* o realizar unas inversiones energéticas nada despreciables para la producción de nieve artificial.

No se puede olvidar, que todos estos efectos influyen a su vez en el medio natural, en los modos de producción alimentaria, en las personas y en sus modos de vida. El cambio climático afecta a todo *(Figuras 39 y 40).*

Figuras 35 y 36: A la izquierda, playa paradisíaca de Fuerteventura. A la derecha, la Playa del Postiguet (Alicante). Fuente: Jonathan Gómez Cantero.



Figura 37: La Bola del Mundo (Navacerra, Madrid) en invierno. Fuente: Puerto de Navacerrada. Estación de esquí.



Figura 38: La misma zona en la misma época sin nieve. Fuente: Puerto de Navacerrada. Estación de esquí.



Figura 39: Las Tablas de Damiel (Ciudad Real, España) inundadas de agua. Fuente: Jonathan Gómez Cantero.



Figura 40: La misma zona completamente seca. Fuente: Jonathan Gómez Cantero.



3.3 Percepción y vivencia del cambio climático

Hoy en día se escucha hablar de cambio climático tanto en el mundo científico, como en las tertulias de los medios de comunicación, así como en cualquier sector de la sociedad. La teoría del calentamiento global es, en líneas generales, conocida por todos, sin embargo, hace no tanto, esto no era así.

Mucha de la gente mayor de 65 años ha podido darle sentido a los cambios observados en el clima, gracias a esta teoría, hoy probada. El cambio climático ha sido vivido y sentido por la gente común, muchos de los cuales ahora entienden el porqué de los cambios que iban observando en los fenómenos meteorológicos y los paisajes con el paso de los años.

Los ciudadanos europeos han podido ir viendo cómo cada vez las temperaturas son más cálidas y han desaparecido muchas de las praderas y bosques de sus recuerdos. Es frecuente oír a las personas mayores hablar de que no recuerdan veranos tan calurosos, temperaturas tan extremas y situaciones de sequedad tan graves como las que ahora se están teniendo.

Sería hartamente interesante poder contar con una historia del cambio climático escrita por las propias gentes de los distintos territorios europeos. Por el momento, hemos de conformarnos con observar los productos culturales de los pueblos, por ejemplo con los refranes relacionados con el clima.

Muchos de estos refranes, presentes en todas las culturas, han sido el manual popular de innumerables actividades sociales relacionadas, en particular con la actividad agraria. Era conocido el refrán *“año de nieves,*

año de bienes” en honor a que las temporadas de nieve, si era larga daba buenos resultados en las cosechas y podría haber agua todo el verano. Pero en la época actual, las nieves se han reducido estrepitosamente y pocos recuerdan ya este refrán.

“Hasta el cuarenta de mayo no te quites el sayo”, “En abril, aguas mil”, “En Agosto frío en rostro”, son otros refranes que habría que analizar en relación a sus regiones de origen.

Otro ejemplo dice *“por San Blas, las cigüeñas verás”,* en honor a la onomástica de este santo, que el día 3 de febrero, se establecía aproximado como la llegada de las cigüeñas desde el norte de África, para quedarse en el sur de Europa todo el verano. Actualmente, este refrán tampoco tiene sentido, pues las buenas temperaturas de los inviernos, no las obliga a volverse y las cigüeñas se quedan todo el año.

Modos de vida, percepciones de la naturaleza, recuerdos y paisajes de la historia, han sido prácticamente transformados por causas climáticas y son, sin duda, el presagio de lo que está ocurriendo y puede ocurrir.

Una de las mejores formas de observar estos cambios, es acudiendo a las pinacotecas, museos y a la fotografía antigua. Pero, la mejor, sin duda, es preguntando a la gente mayor.



4 ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO PREVISTOS EN EUROPA 2015 - 2050

Sabemos que la tendencia del clima no está pasando su mejor momento y en todos los puntos anteriores hemos podido ver los efectos medidos, constatados y vividos, es decir, que ya tenemos una aproximación multidimensional de la realidad del cambio climático desde 1950 hasta ahora. Pero, ¿qué nos espera con el cambio climático si, de continuar el actual ritmo de emisiones de gases de efecto invernadero, la temperatura se eleva 2°C ó 4°C?

Nuestra prospección parte de 2015 y pone el horizonte en el año 2050, una fecha no muy lejana que muchos de los lectores de este informe vivirán, y si no ellos, su descendencia directa. Hablamos de impactos a corto y medio plazo que es necesario comprender para orientar las acciones del presente.

La Unión Europea se ha puesto como objetivo no superar los 2°C de aumento de la temperatura media para 2050. Este compromiso cuenta con el consenso científico, pues 2°C suponen ya un punto de no retorno y cambios abruptos imposibles de prever.

Sin embargo, es necesario señalar que la ciudadanía y los representantes de las islas del

Pacífico reclaman que no se supere 1,5°C pues, con 2°C el aumento del nivel del mar tendrá ya consecuencias catastróficas para ellas.

Este punto del trabajo ha tenido en cuenta principalmente las conclusiones del 'Quinto Informe de Cambio Climático del IPCC', modelos de calentamiento global de agencias meteorológicas nacionales como AEMET o MetOffice además de diversos estudios, todos ellos consensuados y actualmente aceptados por la comunidad científica.

Figura 41: Informe del IPCC.



4.1 Cambios previstos en Europa ante los escenarios de aumento de 2°C y 4-5°C

Es necesario destacar que para evitar superar los 2°C es necesaria una reducción sustancial de los GEI a nivel planetario. La UE debe reducir sus emisiones internas de GEI un 40% antes de 2030 y un 80% antes de 2050. Dichos niveles de emisión se calculan respecto a los niveles de 1990.

De continuar el ritmo de emisiones actual, la cantidad de GEI en la atmósfera se acentuarán cada vez más los efectos del cambio climático. Pero si éstos se redujeran considerablemente hoy, la temperatura seguiría incrementándose, aunque de forma mucho más reducida (Gráficos 9 y 10).

Si las emisiones de GEI pasaran de un día para otro a cero, por inercia climática, aún se mantendría durante unos años el efecto de calentamiento. No olvidemos que como hemos ido leyendo, un aumento de la temperatura media de tan sólo 1°C implica grandes cambios.

La diferencia entre escenarios de aumentos de temperatura de 2°C y 4°C es brusca y nos aboca a un escenario de incertidumbre climática de dimensiones desconocidas. Escenarios de 4 ó 5°C suponen un riesgo inaprensible para el mantenimiento de las sociedades tal y como hoy las conocemos, por la presumible escasez de recursos básicos como el agua potable y

Gráfico 9: Anomalía de la temperatura desde 1980 a 2050. La línea negra es la tendencia observada. Las proyecciones se han realizado con distintos escenarios. Fuente: IPCC.

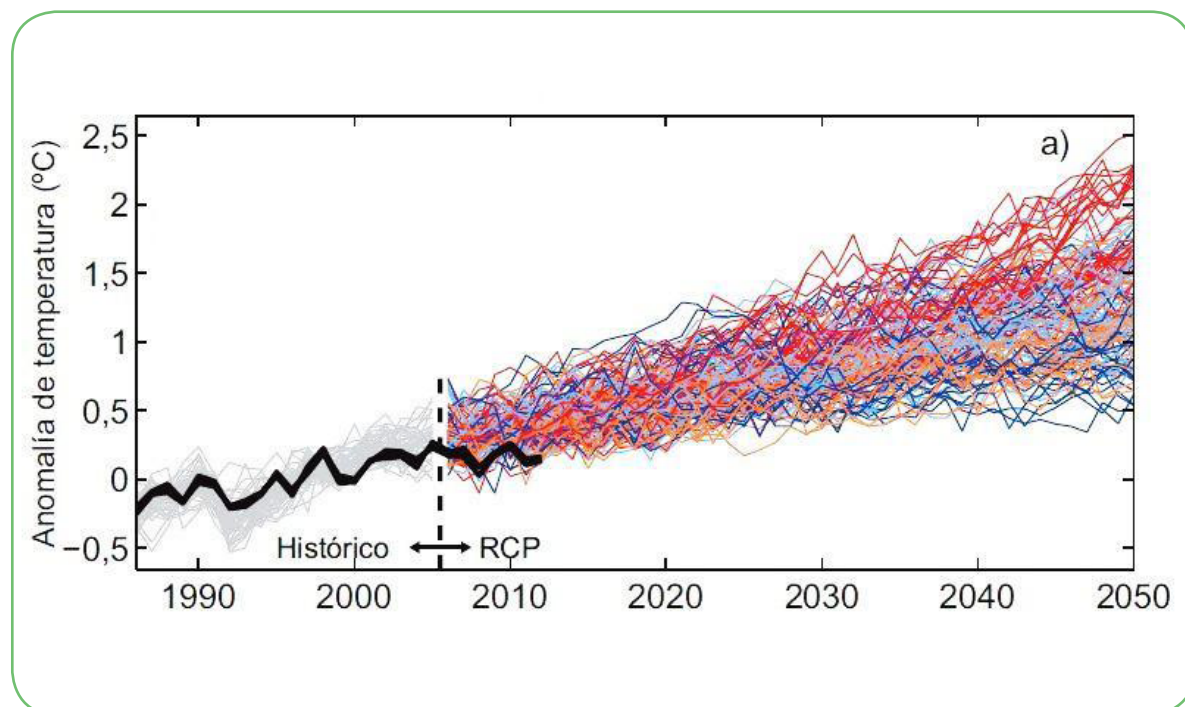
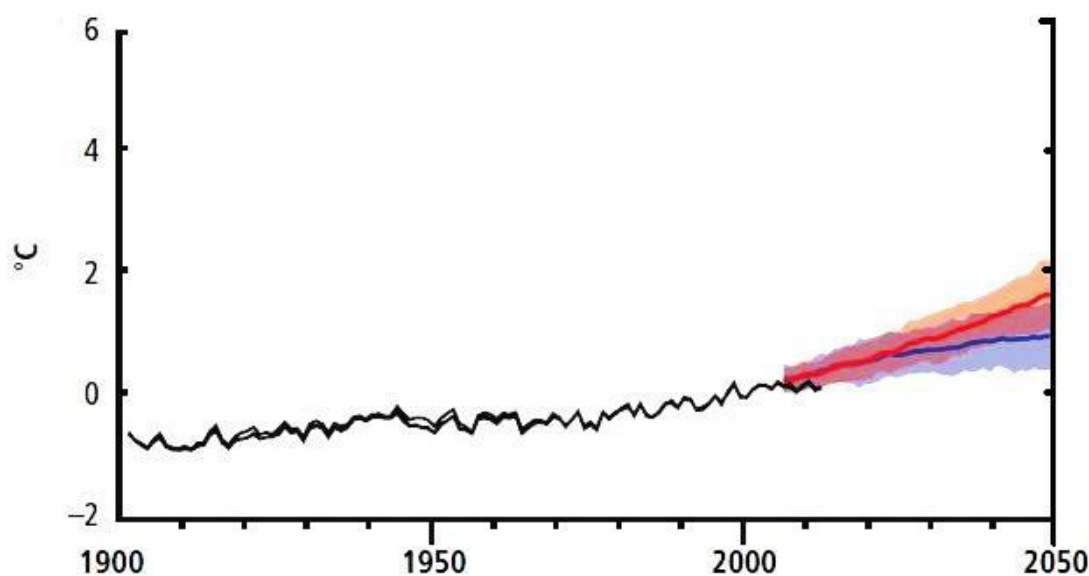


Gráfico 10: Tendencia e la temperatura desde 1900 y hasta 2050 suponiendo un escenario de altas emisiones y por lo tanto gran elevación de las temperaturas (rojo) y un escenario de bajas emisiones y poca elevación de las emisiones (azul). Fuente: Elaboración propia a partir de gráficos del IPCC.



los alimentos. Un escenario de pérdida de biodiversidad sin precedentes, donde millones de especies se verán abocadas a la desaparición.

Si además tenemos en cuenta el previsible agravamiento de la crisis de recursos naturales que hoy ya vivimos y el también anunciado colapso de los sumideros planetarios, un aumento de 4 ó 5°C puede generar un contexto social de escasez y lucha por recursos esenciales para la vida entre individuos, grupos y regiones.

Por lo tanto, las acciones que se tomen ahora para evitar el calentamiento global superan con creces el ámbito de la ecología, son acciones orientadas a la construcción de un escenario social en paz.

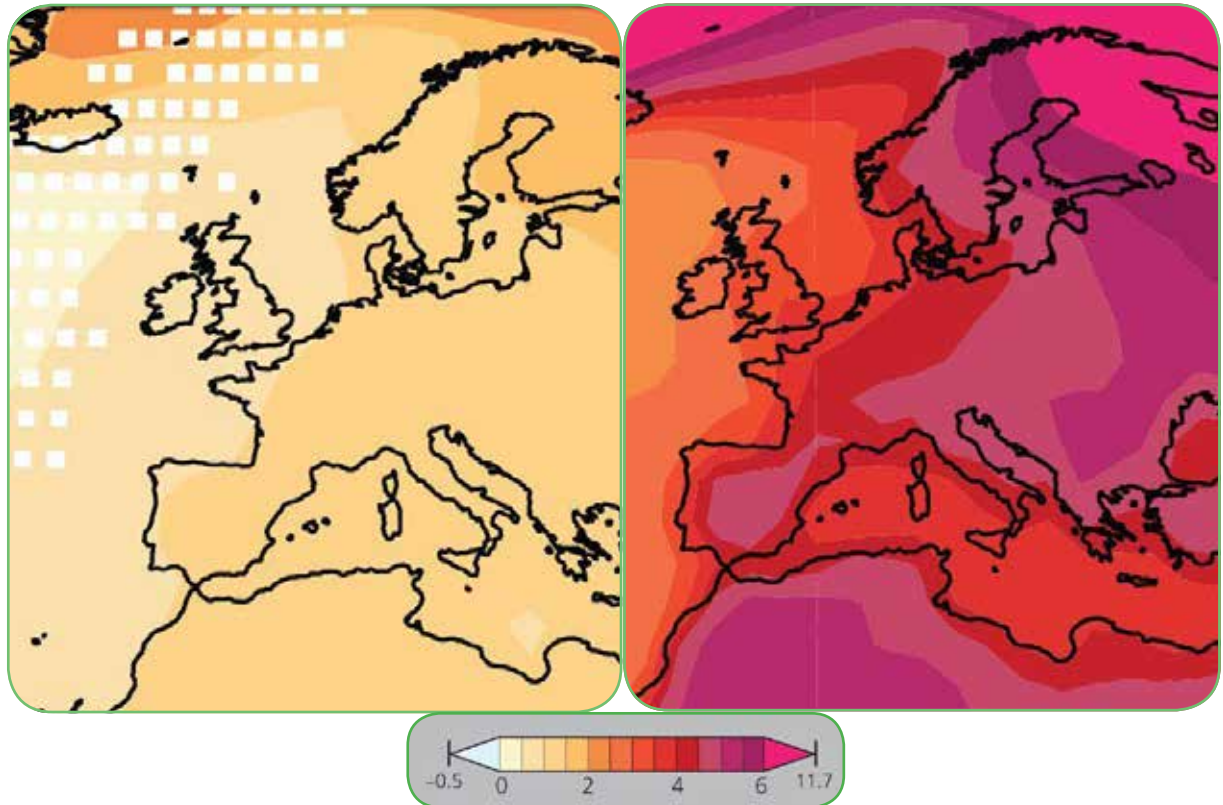
4.1.1 Impactos directos en el clima y sus variables

Aumento de la temperatura de 2°C

Los cambios en el clima serán trascendentales ante cualquier aumento de temperatura. En el caso de aumentos de 2°C (Figuras 42 y 43) las temperaturas estivales alcanzarán máximos frecuentes.

Las olas de calor podrán ser una constante, con episodios de calor extremo puntualmente todavía más fuertes¹⁴. Esto se hará notar especialmente en la zona meridional de Europa. Mientras, en la zona norte, se pasa a tener temperaturas como las que ahora se tienen en el sur de Europa, lo que implicará

Figuras 42 y 43: Se muestra la tendencia de la temperatura para el año 2050 y siguientes ante el mejor escenario de bajas emisiones y poco aumento (izquierda) o ante el peor escenario que marcan los modelos (derecha). Fuente: Elaboración propia a partir del IPCC.



una mayor demanda de agua y energía, además de un aumento de los incendios forestales.

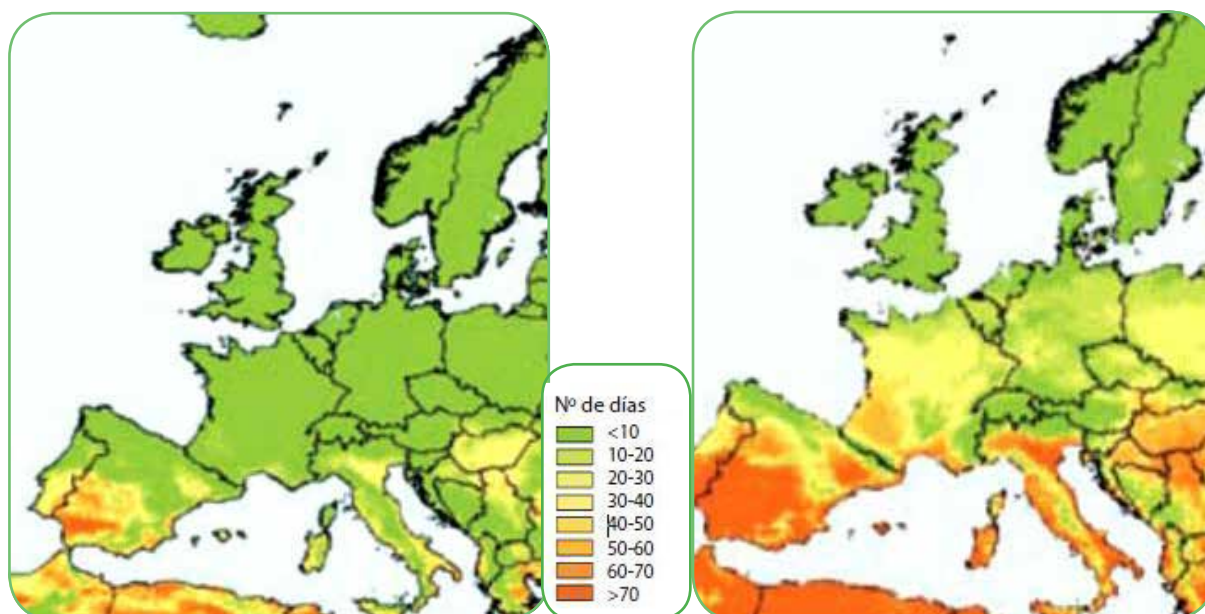
Las olas de calor también serán más frecuentes en latitudes más altas, haciendo disminuir aún más rápidamente los glaciares y las nieves, favoreciendo la evaporación y pérdida total de lagos, humedales y todo tipo de láminas de agua de la superficie terrestre.

Podemos decir que la zona sur de Europa pasará a tener un clima similar al del norte de África, y la zona norte de Europa, a tener un clima como el que ahora tiene el sur de Europa, con extremos de calor más acentuados para ambos casos. Las noches tropicales serán más frecuentes y algunas zonas del norte experimentarán este fenómeno por primera vez su historia (Figuras 44 y 45).

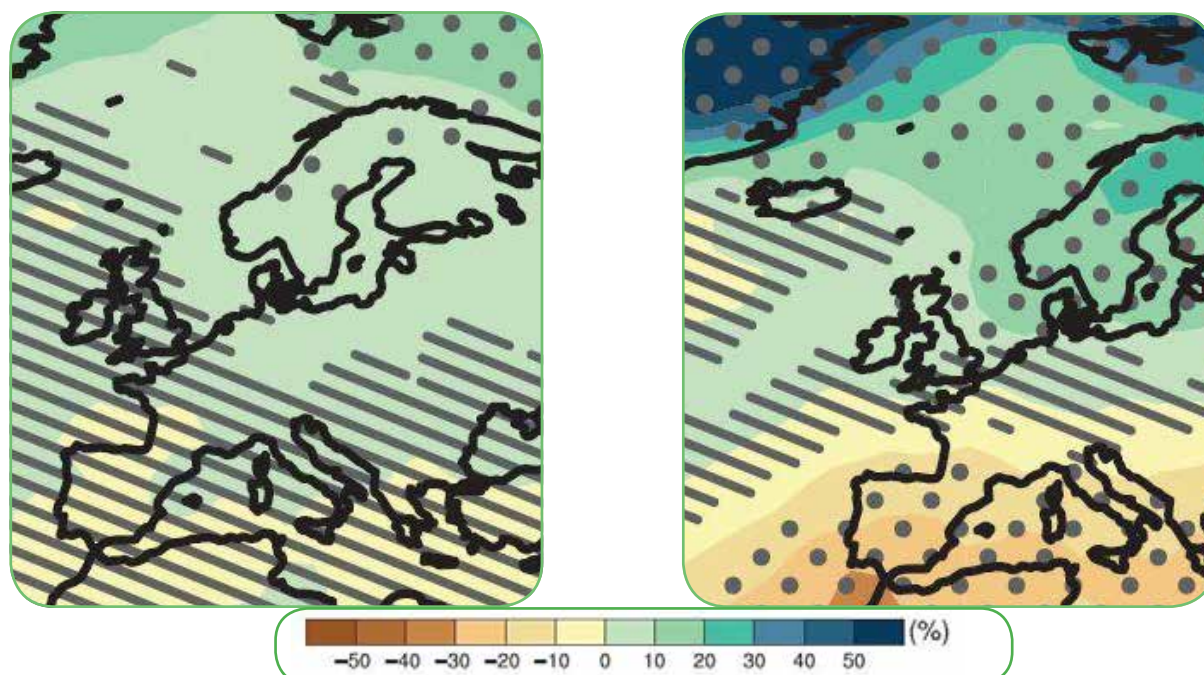
En el caso de las precipitaciones, para este mismo escenario, tenemos una mayor sequedad en verano en ambos casos, pero especialmente en la zona sur, donde todo apunta a que se van a producir déficits hídricos muy severos que llevarán a restricciones en el consumo (Figuras 46 y 47), o incluso a la falta de disponibilidad de agua corriente de forma estacional.

Los inviernos y otoños seguirán siendo los meses húmedos para la zona sur, pero lloverá menos cantidad y lo hará de forma más intensa. Será frecuente que tras largos períodos de sequía se produzcan lluvias torrenciales en pocas horas, que harán más frecuentes las inundaciones¹⁵.

Figuras 44 y 45: En el mapa izquierdo aparece el número de días con noches tropicales en distintas zonas de Europa, mientras que en el de la derecha se muestra cómo se elevará para el año 2050 ante un escenario de aumento de temperaturas. Fuente: Dankers y Hiederer, 2008 y Agencia Europea del Medio Ambiente.



Figuras 46 y 47: Los mapas reflejan la tendencia de la precipitación a partir del 2050 ante un escenario de poca elevación de la temperatura (izquierda) o el peor escenario (derecha). Fuente: Elaboración propia a partir de mapas del IPCC.



La zona norte y central de Europa tendrá la misma cantidad de precipitaciones, pero concentradas en los meses de otoño de invierno. Esto supondrá que las cuencas de los grandes ríos sufran frecuentes inundaciones y de gran amplitud.

La disminución de las nevadas será intensa para todas las zonas de Europa, y además, con el aumento de la temperatura, la nieve durará todavía menos en las cumbres debido a las altas temperaturas del verano. De forma que muchas zonas de alta montaña también pasarán a sufrir estrés hídrico en los meses estivales y los glaciares pueden desaparecer hasta en un 50% tal y como hoy los conocemos.

El suministro de agua resultará afectado cuando se produzcan las crecidas de los ríos en el norte y noroeste de Europa, y las sequías en el sur del continente.

Muchas llanuras inundables de la Europa occidental se hallan ya superpobladas, lo que hace difícil mejorar la protección contra las crecidas. Como se ha mencionado ya, la contaminación es un problema de gran relevancia en numerosos ríos europeos. Un clima más templado empeorará la calidad del agua, particularmente, si se produce también una disminución de la escorrentía como se prevé, sin olvidar que los veranos más cálidos harán aumentar la demanda de agua.

En definitiva, con un aumento de la temperatura media de 2°C veremos acentuados los impactos estudiados hasta 2015.

Aumento de la temperatura de 4°C

Para aumentos de la temperatura de 4 ó 5°C de media tendríamos un clima completamente distinto. La zona sur de Europa sería similar al norte de África durante todo el año. En verano, las máximas temperaturas serían extremas durante meses, por encima del nivel de riesgo

a la población, por lo que las olas de calor de 40°C que conocemos hoy en día (Figura 48), sería la tónica frecuente de temperaturas durante todos los meses de verano.

Figura 48: Aumenta el número de olas de calor en el mundo. Fuente: La Vanguardia (Agencia EFE).



Puntualmente, cuando se sufra una ola de calor, podríamos estar hablando de temperaturas que rondan los 50°C en muchas zonas del sur y de 45°C en zonas del norte del continente.

El clima de verano de ciudades como Madrid, Alicante, Nápoles, Roma o Atenas sería similar al que hoy en día se tiene en El Cairo con temperaturas nocturnas extremadamente altas.

Por otro lado, las precipitaciones se reducirían hasta casi cero durante meses en muchas zonas centrales y del sur de Europa de mayo a octubre, concentrándose gran parte de ellas en otoño e invierno. Además, debido a que el agua del Mediterráneo se calentaría mucho más, se producirían severas tormentas, medicanes y otros fenómenos más propios de la meteorología tropical que de la geografía europea.

El norte de Europa también vería reducidas

sus precipitaciones estivales y el número de nevadas, por lo que los glaciares no tendrían regeneración. Ante estos aumentos, es posible perder cerca del 90-95% de los glaciares europeos de aquí a 2050, por lo que numerosos ríos desaparecerían por completo, haciendo desaparecer consigo las especies y ecosistemas que hoy conocemos.

De darse estos aumentos, las temperaturas y las precipitaciones cambiarían por completo, lo que tiene consecuencias directas en los ríos, en los ecosistemas y en la población en la oferta y la demanda de recursos (*Figura 49*).

Figura 49: Debido a la sequía este cultivo de cítricos en Valencia (España) ha perdido la cosecha. Fuente: Jonathan Gómez Cantero.



4.1.2 Impactos medioambientales

Tanto para escenarios de 2°C, como de 4°C, la supervivencia de numerosas especies vegetales y tipos de bosque se verán amenazadas por el cambio climático, si el desplazamiento de las zonas climáticas es más rápido que su capacidad de migración⁶.

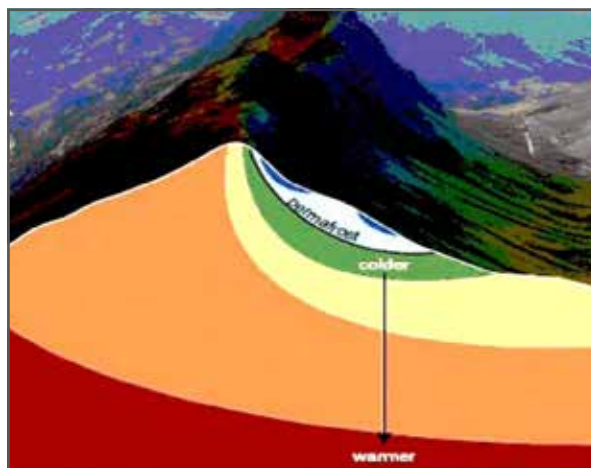
Como se ha venido señalando en puntos

anteriores, los ecosistemas y especies de gran altura serán especialmente vulnerables, puesto que no tienen a dónde migrar. Un aumento de la temperatura, sumado a una disminución de la humedad del suelo, reducirá considerablemente la formación de turba en la península finoescandinava y en las turberas de montaña.

El deshielo de la capa de permafrost creará extensiones de agua en algunas áreas e inundará y fundirá los lagos en otras, alterando con ello los actuales tipos de ecosistemas de los humedales.

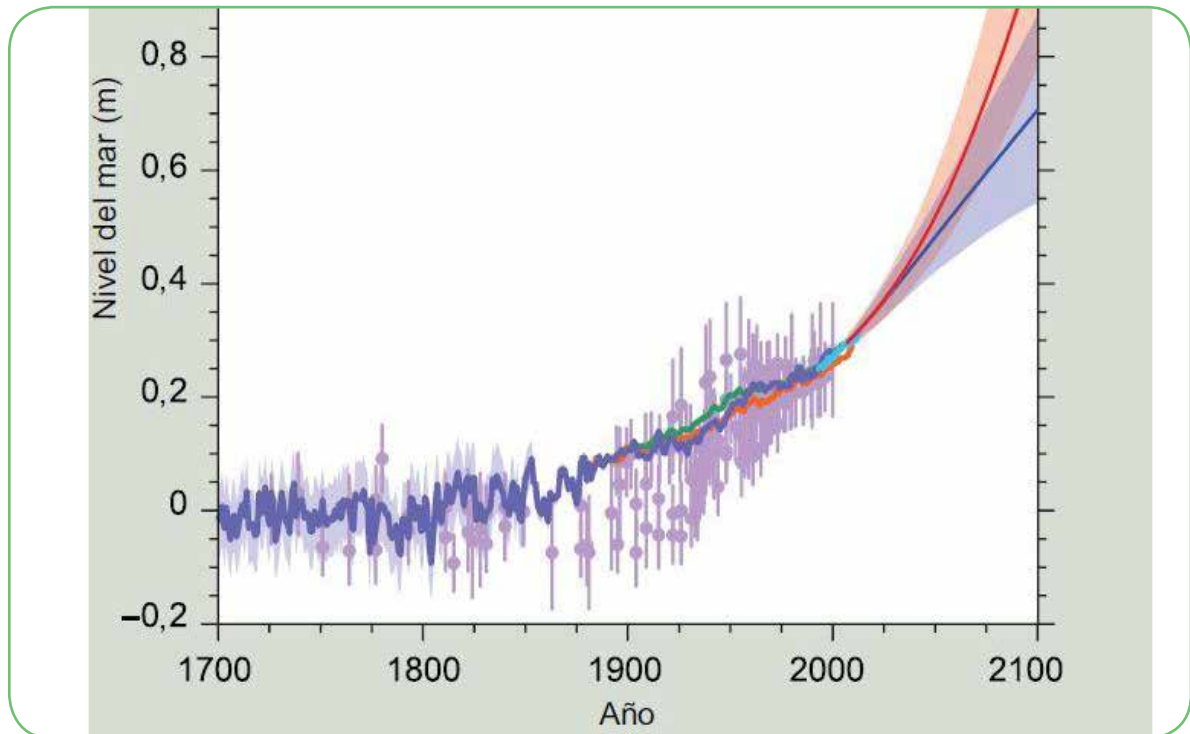
Se espera que el calentamiento y la fusión del permafrost contribuyan al aumento de la desestabilización de las paredes de roca montañosas (*Figura 50*), la frecuencia del desprendimiento y los movimientos en masa, por lo que aumentarán los problemas geotécnicos y de mantenimiento en las infraestructuras de alta montaña.

Figura 50: Ilustración de permafrost en una montaña y los problemas de desprendimiento que puede ocasionar con su fusión, además de la liberación de gases efecto invernadero. Fuente: Gruber y Haeberli, 2007.



Todos los ecosistemas del sur de Europa se verán amenazados por la disminución de las precipitaciones y por el consecuente agravamiento de la escasez de agua.

Gráfico 11: Representa la elevación del nivel del mar observada y estudiada desde 1700 y las proyecciones para el peor escenario (rojo) y para el mejor escenario (azul).
Fuente: IPCC.



El aumento de población y el desarrollo del turismo intensivo han aumentado la vulnerabilidad de los sistemas costeros reduciendo su capacidad de adaptación al cambio climático, así como al aumento del nivel del mar (Gráfico 11).

Figura 51: Una gran ola impacta el 2 de febrero de 2014 contra el Paseo de San Sebastián (España). Fuente: Javier Etxezarreta - Agencia EFE.

Algunas áreas costeras se hallan ya bajo el nivel medio del mar, y muchas otras son vulnerables a las mareas de tempestad. En Europa, las áreas más expuestas son las costas de Holanda, Alemania, Ucrania, Rusia, algunos deltas del Mediterráneo, y las zonas costeras del Báltico.

Los ecosistemas costeros tendrán que hacer frente a mareas de tempestad, cambios en las precipitaciones y en la velocidad y dirección del viento con olas más grandes, junto a una elevación del nivel del mar que puede causar inundaciones y pérdida de regiones llanas situadas en cotas bajas (Figura 51).



Figura 52: Amsterdam (Holanda)
 Fuente: www.virgin-vacations.com.



En 2050 la población residente en zonas costeras de Europa y que sufriría los efectos de las inundaciones costeras podría aumentar en 1,5 millones de personas (Figura 52).

El cambio climático afectará a corto plazo a la formación de fitoplacton, favoreciendo el predominio de cianobacterias nocivas que suponen una amenaza creciente para el equilibrio ecológico de los lagos y un aumento de los riesgos para la salud. Este fenómeno será mayor cuanto mayor sea la elevación de temperaturas. Si el agua es para abastecimiento humano o para el baño, ésta podría quedar completamente inutilizable¹².

Las pautas de distribución animal y vegetal se verán fuertemente alteradas. Por ejemplo, las condiciones climáticas idóneas para las aves nidificantes que hoy vemos en la península ibérica pasarán a desplazarse cientos de kilómetros hacia el nordeste a mediados de siglo y con ellas las aves.

Es importante destacar que allí donde se marchan las aves, se pierden los beneficios que éstas aportan a los ecosistemas, empezando por su papel en la cadena trófica, la distribución que hacen de semillas por el territorio, la contención de poblaciones de determinadas especies de insectos, que sin su predador pueden convertirse en plagas, y un largo etcétera.

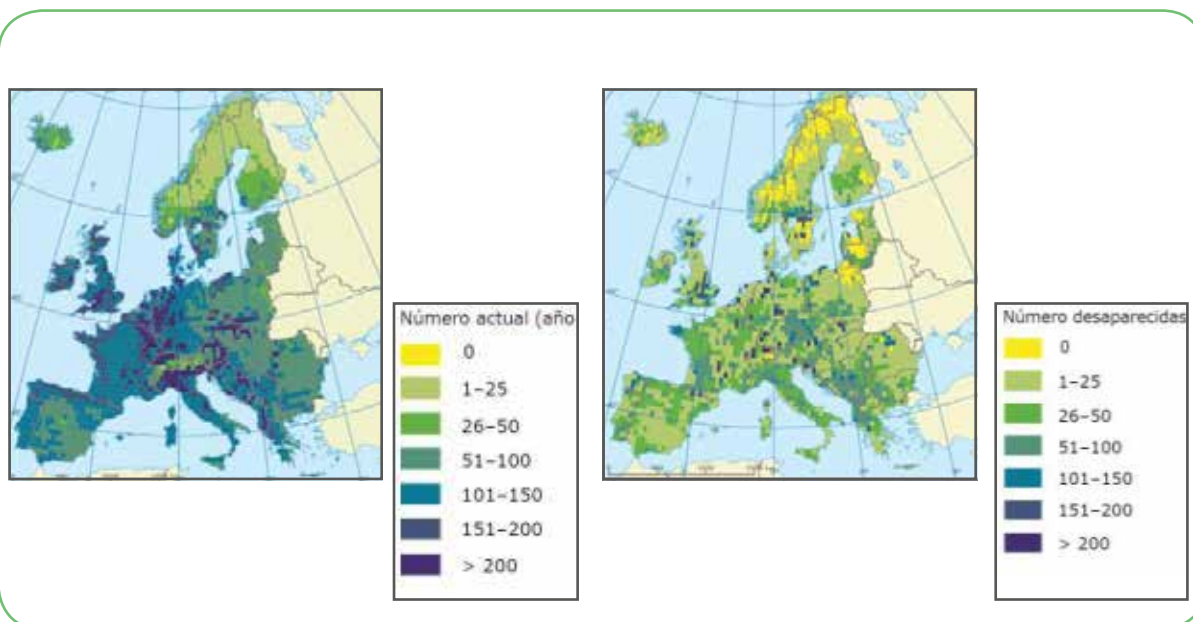
Las aves son un indicador incuestionable de la calidad ambiental, a lo que tenemos que añadir su influencia en la psicología individual y colectiva, tan importante, como poco reconocida, en los humanos ¿imaginas un mundo sin aves?

Las proyecciones realizadas para 120 mamíferos originarios de Europa indican que al menos el 5%, presuponiendo que no migre ninguno, se encontrará en peligro de extinción antes de 2050.

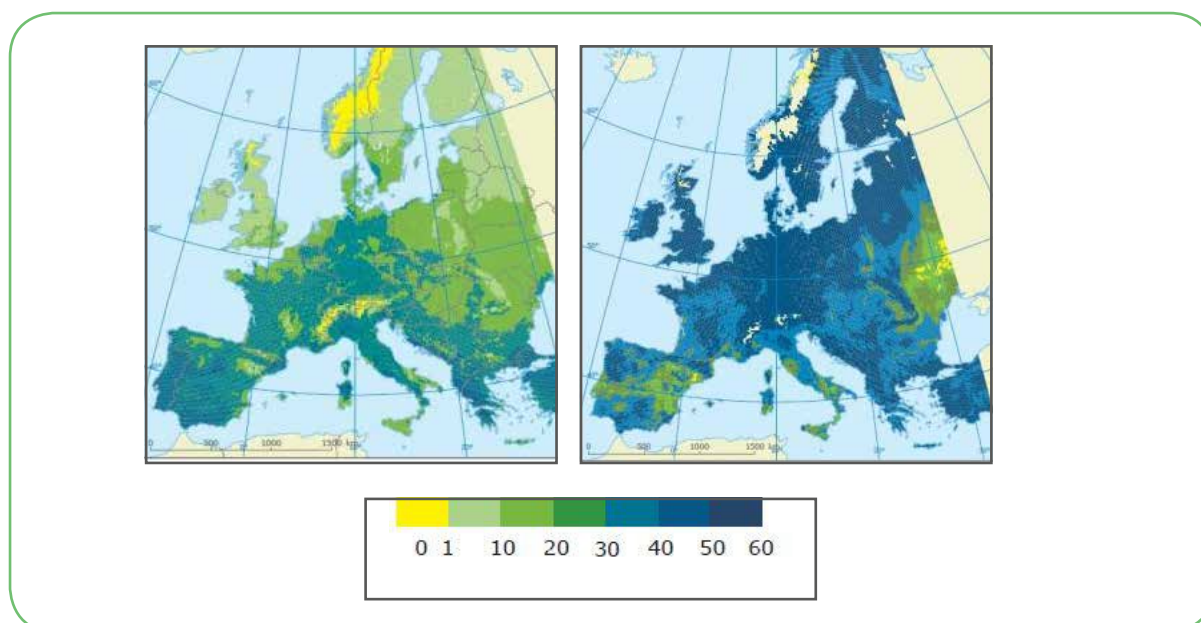
Los bosques también se van desplazando en latitud y se espera, que cada vez se reduzcan más en la zona sur, quedando más confinados y compartimentados, lo que impedirá tener corredores ecológicos (Figuras 54 y 55/ 56 y 57).

Tiene que quedar claro que, si de aquí a 2050 continúa este ritmo de emisiones con el consiguiente aumento de temperaturas, muchas especies que hoy conocemos, entrarán en peligro de extinción o desaparecerán. Y los cambios serán más graves, cuanto mayor sea el aumento de temperaturas.

Figuras 54 y 55: En el mapa 54 se muestra un mapa de Europa el número actual de especies arbóreas, y en el mapa 55 (derecha) la disminución de especies que habría en 2050. Fuente: Agencia Europea del Medio Ambiente.



Figuras 56 y 57: Se muestra la cantidad de especies de reptiles y anfibios en la actualidad (izquierda) y las que habrá en 2050 (derecha), observándose claramente un aumento hacia el norte y una disminución en el sur, donde las altas temperaturas incluso diezmarán las poblaciones. Fuente: Bakkenes, 2007.



4.1.3 Impactos esperados en distintos sectores económicos

Agricultura

En las regiones que hoy gozan de un clima templado, el riesgo de heladas será menor, lo que permitirá extender hacia el sur de la península fino-escandinava y el oeste los cultivos de cereales de invierno y otros que se dan ahora en la zona sur y mediterránea, como los cítricos, la vid y el olivo.

Se espera que aumente el rendimiento potencial de los cultivos de invierno, especialmente en la Europa central y meridional, suponiendo que la precipitación o el riego no impongan limitaciones, y que la eficacia en la utilización del agua aumente. Una subida de las temperaturas primaverales ampliaría las zonas aptas para la mayoría de los cultivos de verano.

Aunque para estas regiones, este dato puede ser interpretado positivamente, el aumento que se producirá al mismo tiempo que la frecuencia y la gravedad de los fenómenos climáticos extremos y los naturales nos obliga a tomar la noticia con cautela.

En la parte occidental y sur de Europa el rendimiento de los cultivos disminuirá y el aumento de la demanda, junto con la disminución de las precipitaciones hará que el agua de riego compita aún más con la destinada a usos domésticos e industriales.

Además del rendimiento de los cultivos, la adaptación de los agricultores al cambio climático, la política agraria común y la influencia de los mercados mundiales constituyen factores importantes del impacto económico que producirá el cambio climático sobre el sector agrícola.

Lo que es indiscutible a día de hoy, es que la producción agrícola del sur de Europa se va a ver gravemente alterada por la limitación de cultivos viables debido a las altas temperaturas y los fenómenos extremos, además de por la falta de agua.

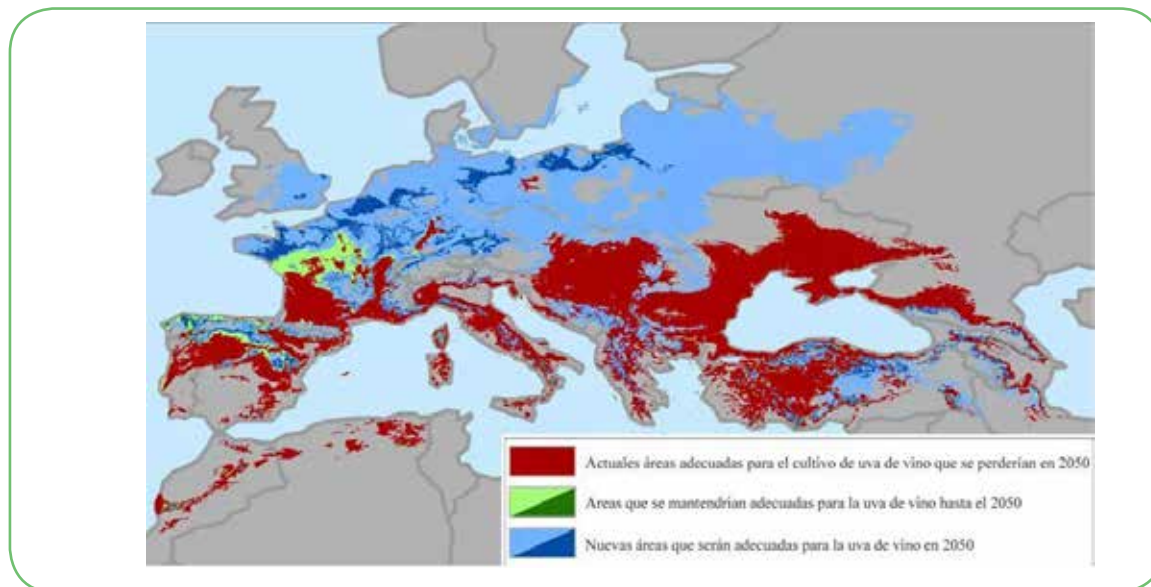
Ante escenarios de aumento de temperaturas de 4 ó 5°C muchos cultivos tradicionales de algunos países pueden desaparecer (Figura 58). Es el caso de las vides típicas de la región mediterránea, tan arraigadas en países como Grecia, Italia, Francia o España.

Figura 58: La cultura del vino puede desaparecer debido al aumento de la temperatura.



El cultivo de la vid podrá desplazarse hasta zonas como Reino Unido o Irlanda, desapareciendo de la franja mediterránea por las altas temperaturas y la falta de agua. (Figura 59). Con ello no sólo desaparecería la actividad económica de la producción vinícola, sino el patrimonio cultural asociado a ella. No podemos olvidar que desde los mismos orígenes de la cultura grecolatina hasta hoy, el vino ha jugado un papel central en las reuniones sociales y en las celebraciones.

Figuras 59: Variación del cultivo de vino entre la actualidad y 2050, observándose un claro avance hacia el norte y abandono en el sur lo que llevará a la pérdidas de caldos Denominación de Origen o de Indicación Geográfica Protegida.



Con aumentos de 4 ó 5°C, el mismo destino le puede esperar a los olivos y los cítricos, que podrán comenzar a cultivarse en Europa central, lo que implica que referentes identitarios de la gastronomía mediterránea desaparecerían de sus tierras, así como de las mesas de millones de personas, que ante el presumible aumento de precios de estos productos, no podrán acceder a ellos.

Sector pesquero

Con estos aumentos de temperatura de la atmósfera, también se calentarán los mares, océanos y lagos (Figura 60), por lo que la situación pesquera cambiará de forma sustancial.

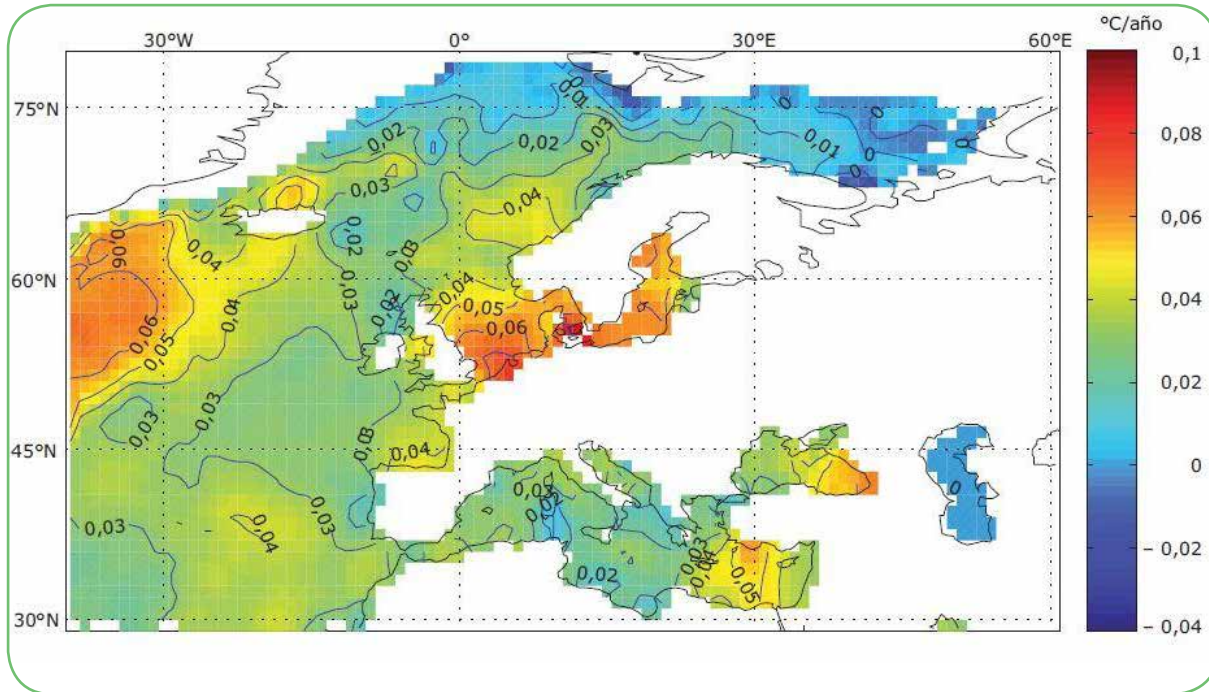
Aumentos de 2°C podrían suponer un desplazamiento de latitud y una reubicación de las piscifactorías, pero aumentos de 5°C podrían suponer la desaparición del sector en buena parte de Europa, ya que con aguas más cálidas suelen ser más frecuentes los

problemas de parásitos, enfermedades y además, una peor calidad de las aguas para los peces.

Muchas de las especies que hoy en día se crían en las costas Europeas como la dorada (*Sparus aurata*), criada tradicionalmente en las costas griegas, la lubina (*Dicentrarchus labrax*) de las costas lusas, o el salmón (*Salmo salar*) en Dinamarca, Suecia, Noruega e Irlanda, o la trucha (*Salmo trutta*), es previsible que disminuyan de forma pronunciada (Figura 61).

Como en el caso de la vid o el olivo, el desplazamiento de estas especies o su desaparición traerá consigo el fin de la pesca, con el consecuente impacto económico y en puestos de trabajo, así como el empobrecimiento cultural y gastronómico de la región.

Figura 60: Aumento de la temperatura de la superficies de los mares y océanos desde que existen datos, en equivalencia de grados centígrados por año. Fuente: Coppini y Pinardi, 2007.



Sector forestal

Figura 61: Imagen de una piscifactoría en las costas de Suecia, un sector que está sufriendo importantísimos daños debido al aumento de las temperaturas.



El sector forestal también sufrirá grandes cambios. Dependiendo de la región, ante aumentos de 2°C podría darse un mayor crecimiento vegetativo, pero en función de la zona de Europa, el recurso del agua será un limitante, como en el caso del sur, donde puede suponer el abandono de este sector productivo (Figura 62).

Ante aumentos de 5°C la vegetación crecería más debilitada, estaría mucho más expuesta a los incendios forestales, además de a las plagas, ya sean autóctonas, al desequilibrarse los ecosistemas, o plagas provenientes de otros continentes. En términos generales, ante el peor de los escenarios de aumento de temperaturas, este sector sólo podría darse en altas latitudes y con reticencias.

Figura 62: Tala indiscriminada, que diezmó un gran bosque en el norte de España.



Turismo

Otro sector muy afectado será el turismo. **Ante aumentos de temperaturas de 2°C los veranos serán muy calurosos en la zona mediterránea**, y en costas del suroeste y Centroeuropa, por lo que estas zonas probablemente verán reducidas sus tasas de visitantes y aumentarán, por el contrario, en el norte de Europa.

Teniendo en cuenta que en gran parte de los países mediterráneos del sur de Europa el turismo significa actualmente entre el 5 y el 15% del PIB, la perspectiva del impacto del cambio climático en este sector debería ser tenida muy en cuenta.

Con aumentos de 4 ó 5°C podría ser el fin del turismo de verano en países como Portugal, España, Italia, Grecia o Francia, trasladándose este tipo de turismo a Escocia, Irlanda, Suecia o Noruega donde las temperaturas no serían tan extremas.

Como ya hemos comentado, durante los veranos, podrán alcanzarse temperaturas que superen los 50°C, lo que es presumible

que suponga una reestructuración total de la geografía del turismo europea. Los países de la mitad sur del continente serán visitables durante meses de invierno y desaparecerá el turismo asociado a la nieve (natural).

Es necesario que entendamos que ninguno de estos efectos sucede de forma aislada, aunque aquí sean disgregados con una finalidad analítica. Los impactos del cambio climático son tantos, y cada uno de ellos llevará asociadas otras tantas actividades que indirectamente se irán resintiendo, que no podemos más que sugerir una mirada global del problema.

Por ejemplo, es previsible que las limitaciones de desarrollo del sector forestal en latitudes bajas del continente supondrá presumiblemente el encarecimiento de los derivados de la madera, desde los muebles, al papel, y de no producirse un cambio drástico en los hábitos de consumo, implicará el aumento de las importaciones. Más importaciones que requerirán un mayor consumo energético, en un contexto, no podemos olvidarlo, de crisis de recursos.

Otro ejemplo: debido a los fenómenos climáticos extremos y al calentamiento global, habrá un cambio en los valores máximos de demanda de energía, que podrá aumentar considerablemente en verano para refrigeración, y disminuir en invierno, para calefacción. Con la actual tendencia de encarecimiento de los combustibles fósiles, de los que hoy depende Europa en un 90%, si no emprendemos la necesaria transición energética a un modelo basado en las energías renovables, el precio de la energía será cada vez mayor para las familias, produciéndose un aumento sustancial de la pobreza energética.

En aquellas áreas en que la precipitación aumente o se intensifique, habrá un mayor riesgo de deslizamientos de tierra y de crecidas

de los ríos y será necesario construir balsas, tanques antitormenta, o de captación de agua en las ciudades para que pueda regenerarse. Los costes de estas infraestructuras habrán de ser asumidos en un contexto económico y social cada vez más crítico.

4.1.4 Población vulnerable e impactos sobre la salud

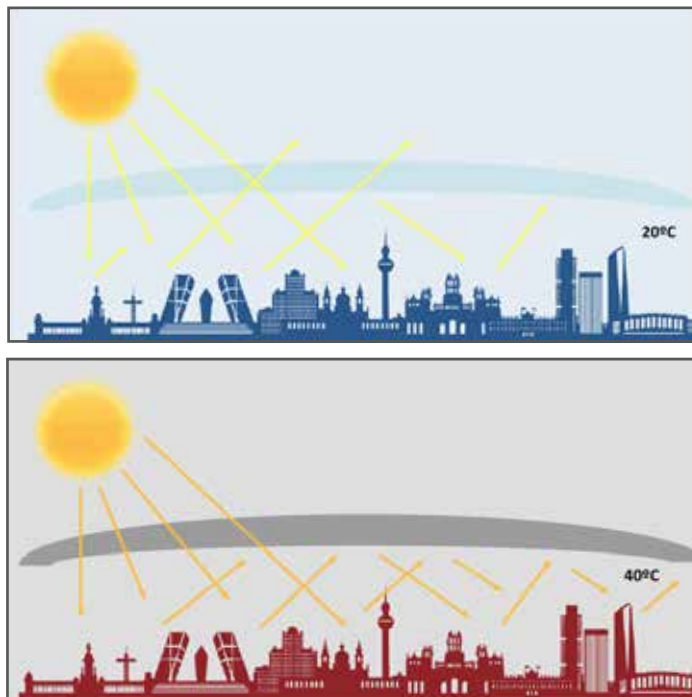
El cambio climático afectará especialmente a la población más vulnerable, esto es: a personas de más de 65 años, a personas enfermas, a los niños y niñas y a la población en situación de pobreza.

El aumento de las temperaturas afecta de distinta manera en el mundo rural, en zonas montañosas o en el interior de una ciudad, pues se combina con elementos del medio ambiente,

como la contaminación. No debemos olvidar que desde 1950 se ha duplicado la población, creciendo exponencialmente las ciudades. La absorción de calor por el asfalto o los cristales supone que en una misma latitud, dentro de una ciudad el aumento de temperatura media sea el triple que a las afueras. Personas ancianas, niños y enfermos presentan una mayor vulnerabilidad frente al aumento de las temperaturas o los fenómenos extremos. Alrededor de la mitad de la población europea vive en grandes urbes.

Como se ha señalado anteriormente, las ciudades provocan el efecto “isla de calor urbano” (Figura 63). Sin embargo, lo que no es tan sabido es que la gran extensión de este fenómeno en zonas altamente pobladas como Roma o Madrid ha hecho que aparezca un fenómeno derivado que se llama “archipiélago

Figura 63: La imagen superior representa el efecto “isla de calor” con cielos limpios y despejados un día no demasiado cálido, con una temperatura media de 20°C / La imagen inferior, representa la misma ciudad un día de mucho calor y una gran capa de contaminación, incrementando además el efecto invernadero y elevando la temperatura hasta los 40°C. Fuente: Jonathan Gómez Cantero



de calor”, cuando existen multitud de focos de altas temperaturas asociados a poblaciones.

El efecto de archipiélago de calor ocurre frecuentemente en Madrid y su área metropolitana, Roma o Berlín con temperaturas incluso 4 ó 5°C más altas en el interior, que en el exterior de la urbe.

El sueño nocturno es un elemento vertebral de la salud de las personas. Temperaturas superiores a 25-30 grados impiden el descanso, sobre todo, en población de más de 65 y personas enfermas. Si, como se preve, se van a elevar de forma pronunciada los episodios de calor extremo en las ciudades y el fenómeno de archipiélagos de calor, la población mayor de 65 y las personas enfermas van a requerir de sistemas de refrigeración constantes durante la noche, lo que además del coste energético, implica un gran coste económico.

El precio de la energía condicionará el acceso de gran parte de la población europea a una temperatura aceptable para la vida.

Con el aumento en la esperanza media de vida en Europa, que actualmente se sitúa en 76,7 años para los hombres y 82,6 años para las mujeres, se está produciendo un fuerte envejecimiento de la población. Según datos de 2013 un 17,5% de la población europea tiene 65 años o más, y en torno al 5% son mayores de 80 años.

Todo hace pensar que el envejecimiento de la población europea se profundizará en los próximos años, lo que supondrá que gran parte de la población europea será muy vulnerable ante el cambio climático en 2050, especialmente ante el aumento de las temperaturas y de los episodios de calor extremo (Figura 64). Empezando por aquellos que están leyendo este informe con 30 años,

en 2050 tendrán 65 y serán parte de ese grupo de población vulnerable.

Figura 64: La población anciana es más vulnerable a las altas temperaturas.



Gran parte de los fallecidos durante las olas de calor es población anciana. Con el calentamiento global habrá, por tanto, un mayor número de muertes a causa del calor, multiplicado por el empeoramiento de la calidad del aire en las ciudades. Disminuirán, en cambio, los fallecimientos a causa del frío extremo, siempre y cuando no se dé un crecimiento acusado de los niveles de pobreza en el centro y norte de Europa.

En los Estados miembros de la UE se prevé un total de 86.000 muertes adicionales al año, para un escenario alto de emisiones, con un incremento de la temperatura media de 2°C, que será aún peor si se eleva hasta 4°C o 5°C.

En relación con el aumento de las tormentas y las inundaciones, es necesario señalar que actualmente hay una gran cantidad de asentamientos humanos en las llanuras de inundación de numerosos ríos. Es especialmente alarmante la situación de grandes ríos como el Volga, el Rin o el Tajo,

que en la actualidad tienen un sistema de poblamiento nada adecuado para los envites del nuevo clima.

Por otro lado, el aumento de las temperaturas podrá generar un aumento del riesgo de transmisión local de la malaria entre un 8 y un 15%. **En los países mediterráneos se prevé un aumento significativo del número de días aptos para la supervivencia de los vectores de la malaria**, especialmente el mosquito *Anopheles* (Figura 65).

Figura 65: Mosquito de la Malaria (*Anopheles*), en este caso un ejemplar hembra.



Se dará un aumento de enfermedades transmitidas por vectores como el mosquito tigre (*Aedes albopictus*), un transmisor de diversos virus, que ha ampliado su ámbito de actuación en Europa durante los últimos quince años y está previsto que lo amplíe todavía más con estos posibles aumentos de temperaturas¹⁶.

Además existe el riesgo de brotes adicionales de *Chikungunya* y potencialmente de reaparición localizada del *Dengue*. Otro ejemplo serían las garrapatas y las enfermedades asociadas a sus mordeduras como la *enfermedad de Lyme* y la *encefalitis*, pues se están desplazando hacia altitudes y latitudes más altas y continuará así la tendencia cuanto más aumenten las temperaturas en el continente europeo.

Otro ejemplo sería el flebotomo (*Phlebotomus sp.*) un mosquito vector que transmite la enfermedad de la leishmaniosis, muy frecuente en las mascotas, pero que también afecta a humanos, produciendo úlceras cutáneas e internas (Figura 66). En varios países europeos se están dando cambios en la distribución geográfica y existirá un riesgo alto de contraer la enfermedad en humanos en zonas más septentrionales.

Figura 66: Ejemplar de mosquito *Phlebotomus sp* vector de la leishmaniosis, muy dañino en las mascotas y en ocasiones en los humanos.



El aumento de la temperatura de las aguas lacustres y fluyentes puede provocar brotes de enfermedades transmitidas por el agua. En el Mediterráneo, aflorarán problemas adicionales de salmonela relacionados con la calidad de las aguas de baño.

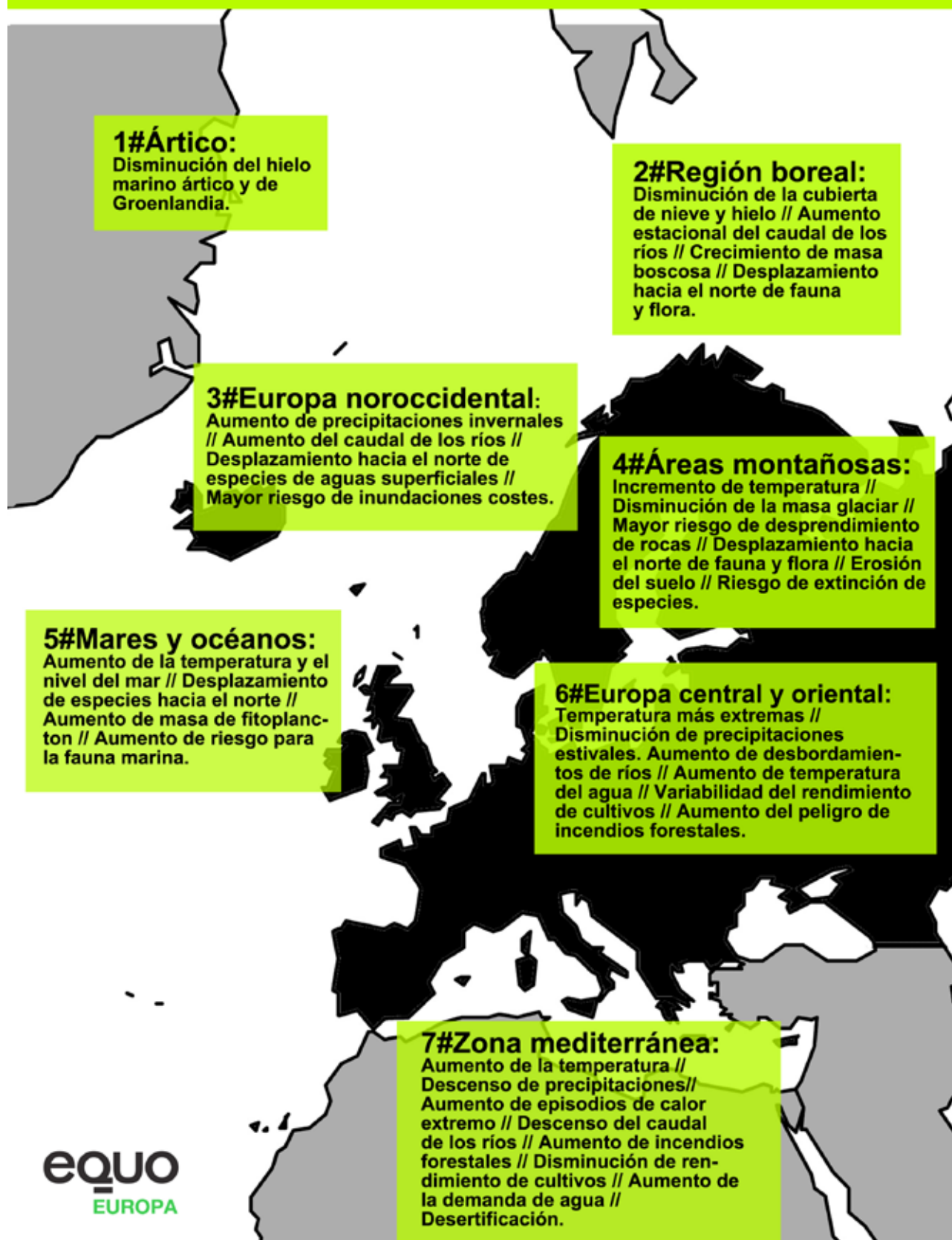
Todos estos impactos pueden atenuarse considerablemente adoptando medidas de atención sanitaria y reforzando los sistemas nacionales e internacionales de salud, pero obligarán a realizar una gran inversión económica y a controles de vigilancia mucho más rigurosos de los que hoy en día se realizan.

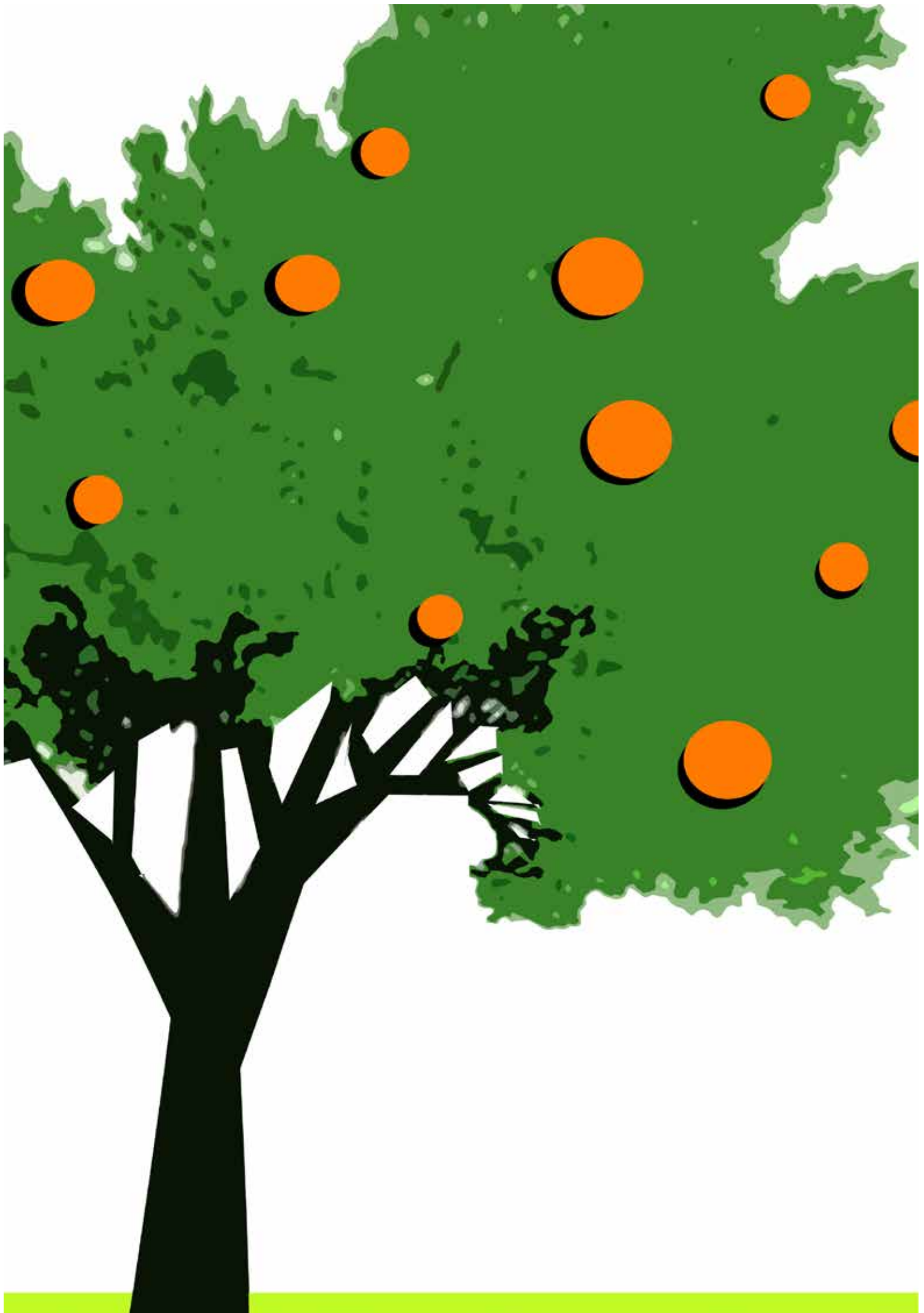
En resumen, toda la población europea de más de 30 años será población de riesgo en 2050. Seremos vulnerables al calor, a las enfermedades tropicales, a los fenómenos extremos y a la escasez hídrica. En 2050, el

mundo rural y agrícola probablemente habrá desaparecido en una parte no despreciable del continente y en otras se habrá transformado por completo adaptándose a las nuevas condiciones.

Buena parte de lo que siempre fue el viejo continente, con sus paisajes, su gastronomía, sus tradiciones, los animales y las plantas que lo habitan no existirán en 2050 gracias al cambio climático. Sin embargo, es necesario subrayar y repetir hasta la saciedad, que la gravedad de los impactos y sobre todo, la calidad de vida de la población de aquí a 2050 depende de decisiones y compromisos de este momento histórico (*Figura 67*).

IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EUROPA





5 EL CASO DE ESPAÑA: EFECTOS CONSTATADOS Y POTENCIALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

España tiene diversos tipos de climas, se encuentra en una zona de transición entre ambientes 'cálidos y secos' y 'fríos y húmedos'. Prácticamente toda la zona peninsular tiene un clima mediterráneo, más o menos continentalizado, cuanto más lejos o cerca estemos de la costa. En el extremo noroeste y fachada norte se da el clima atlántico u oceánico y en las Islas Canarias un clima subtropical de tipo macaronésico (*Figura 68*).

España limita al sur con el propio ambiente anticiclónico sahariano, por lo que el clima de la península ibérica tiene grandes rasgos de subtropicalidad y sequedad. Por otro lado, la zona norte ya limitaría como el clima húmedo oceánico, de paso de borrascas, es decir, en su conjunto es una zona de transición como en pocos lugares del mundo se da.

5.1 Efectos constatados en el periodo 1950 - 2015

Durante el siglo XX se ha constatado un aumento de las temperaturas en España que ha sido especialmente rápido a partir de 1973. Se calcula que la temperatura media española aumenta más de 0,5°C cada década desde principios del siglo XX.

los récords y situó la temperatura media del país a 16°C, 1,4°C por encima del valor medio normal (*Gráfico 12*).

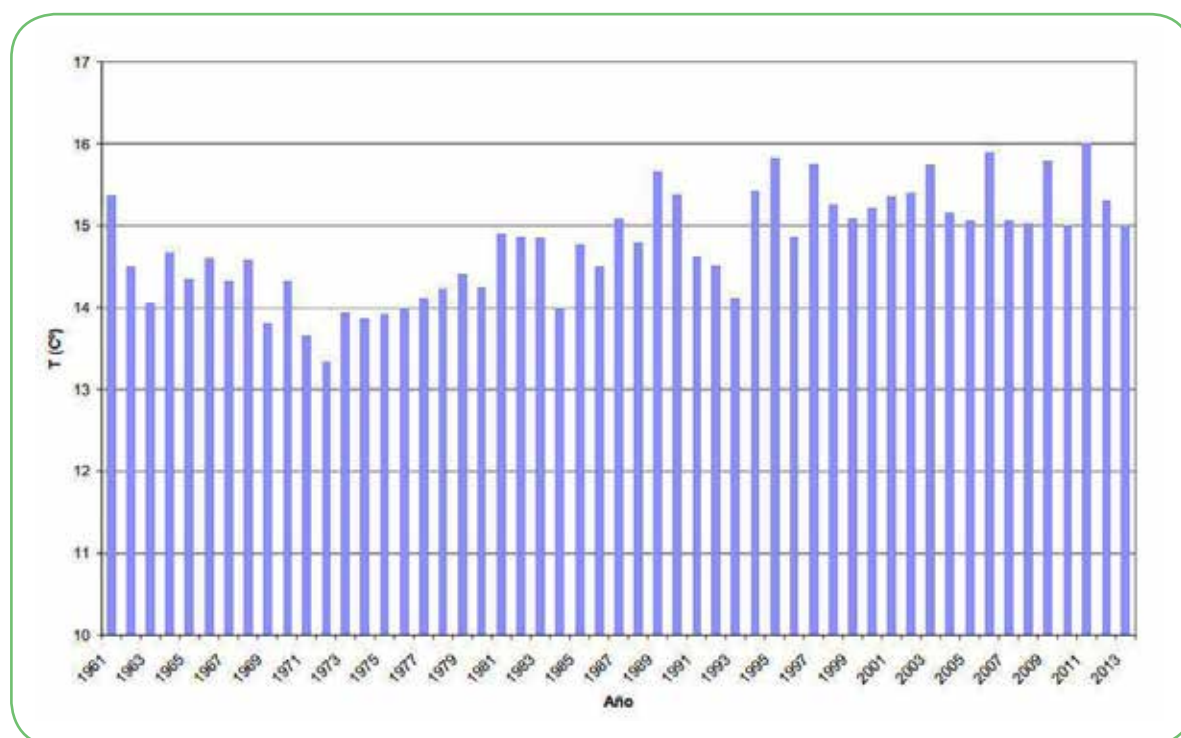
Por orden, los años 2011, 2006, 1995, 2009, 1997 y 2003 han sido los más cálidos desde que se tienen registros. El año 2011 batió todos

Las zonas más afectadas por el aumento de las temperaturas y episodios de calor extremo han sido las costas mediterráneas y el centro peninsular, donde se han constatado cambios en el 100% de los observatorios meteorológicos¹⁸. En el caso de Madrid,

Figura 68: Visión general de los climas de España. Fuente: Atlas de España.



Gráfico 12: Temperatura media en España para cada año. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).



restando el efecto de la isla de calor, diversos estudios apuntan a que la temperatura crece un 50% más rápido que en el resto de Europa.

Suben las temperaturas medias en los sistemas montañosos, en las zonas rurales, pero sobre todo en las ciudades, ya que prácticamente todas ellas han experimentado aumentos, especialmente durante las noches, tendiendo ahora a hacer más calor incluso cuando no luce el sol (*Gráfico 13*).

Las precipitaciones también han sufrido cambios, aunque no tan definidos como las temperaturas (*Gráfico 14*). Si se analizan las lluvias desde el comienzo del registro instrumental en España, aproximadamente 1850, hasta 1990 no se establece una tendencia significativa clara, pero sí se puede extraer que las precipitaciones tienden a aumentar en el noroeste y a disminuir ligeramente en el este y sureste peninsular.

Estudios realizados con datos de 1949 a 2005 han revelado una tendencia clara a la baja de las precipitaciones en buena parte

del territorio español, en particular en el Cantábrico, con disminuciones de 4,8 mm/año en Santander y 3,3 mm/año en Bilbao, y en el sureste peninsular.

La precipitación total anual en los últimos treinta años ha disminuido de forma significativa, sobre todo en la década 2000-2010, la cual registró los valores más bajos de precipitación anual desde el año 1950. Este cómputo incluye también las nevadas. En casos como en el Puerto de Navacerrada (Madrid), se ha observado un descenso de más del 40% en el número de días con nevadas¹⁸.

El balance hídrico español es claramente negativo. Aunque la tendencia de las precipitaciones no sea tan clara como la del aumento de las temperaturas, lo que sí está constatado es que cada vez se consume más agua y el ciclo hidrológico del agua tiene un saldo cada vez más negativo.

El aumento de las temperaturas y la disminución de las precipitaciones ha tenido un reflejo directo en la cubierta glaciar y nivosa

Gráfico 13: Número de noches tropicales de media para el periodo (1971 – 2000) en distintos observatorios [naranja] y número de noches tropicales en el año 2003 [rojo]. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Agencia Estatal de Meteorología.

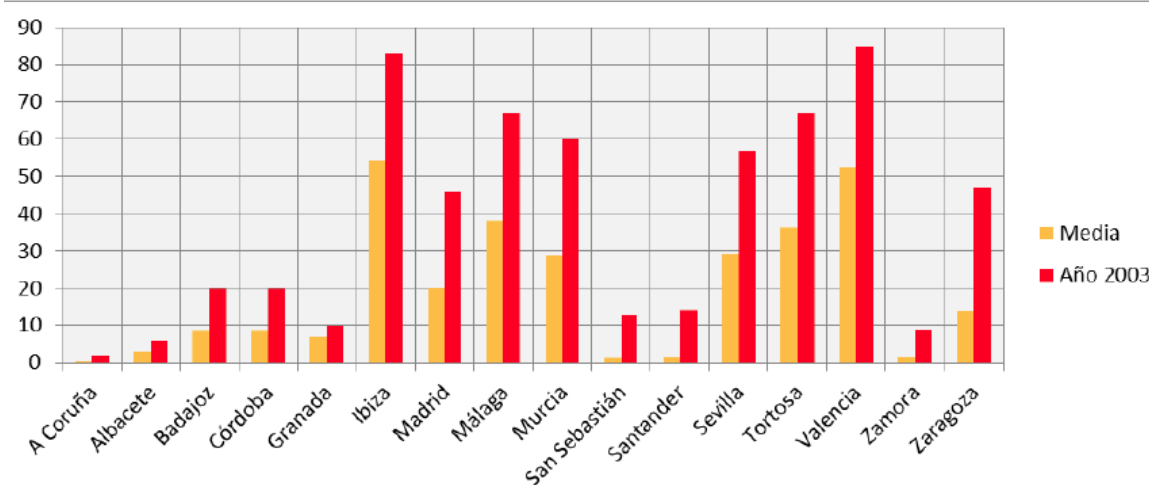
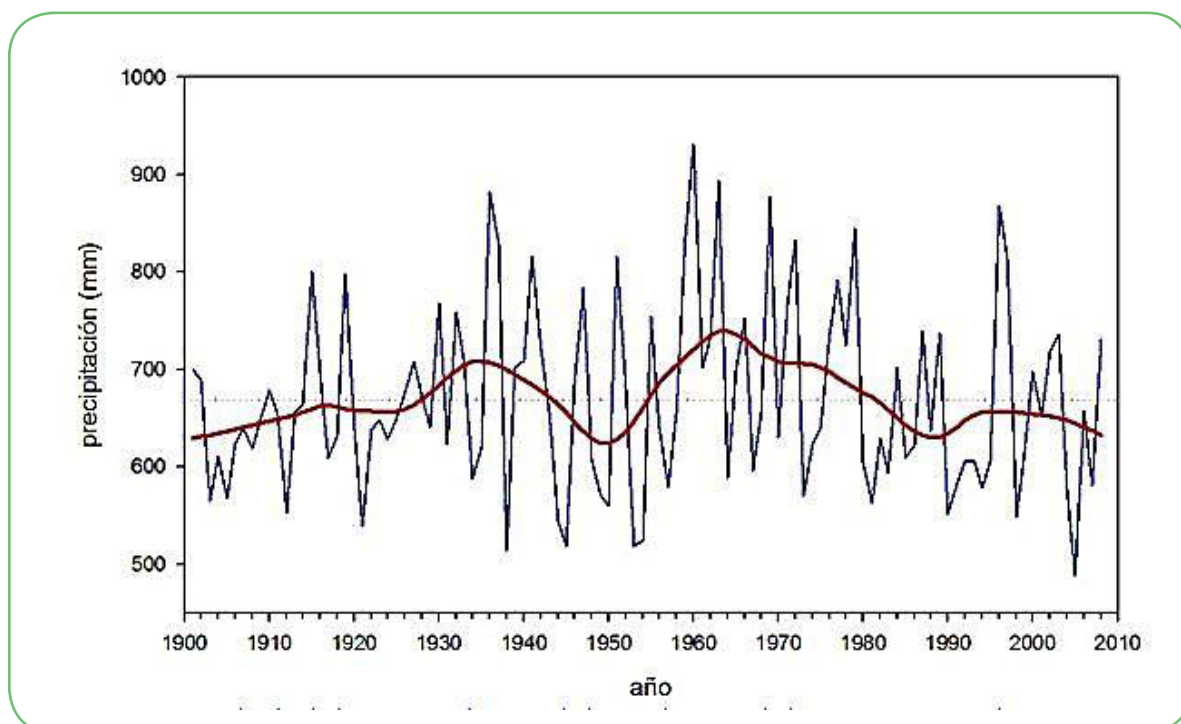


Gráfico 14: Evolución de la precipitación anual total acumulada en España. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).



de España. Actualmente los únicos glaciares activos de la península ibérica se encuentran en los Pirineos. A comienzos del siglo XX ocupaban 3.300 hectáreas y en la actualidad sólo 390 Ha, viéndose reducidos en un 90%.

En su evolución histórica se observa un incremento en el retroceso glacial desde 1980; mientras en 1982 los glaciares y neveros del pirineo español ocupaban 600 ha, en el año 2010 sólo ocupan unas 210ha. A día de hoy sólo se mantienen 18 de los 34 glaciares que existían en 1982; el resto ha desaparecido¹⁹ (Figura 69).

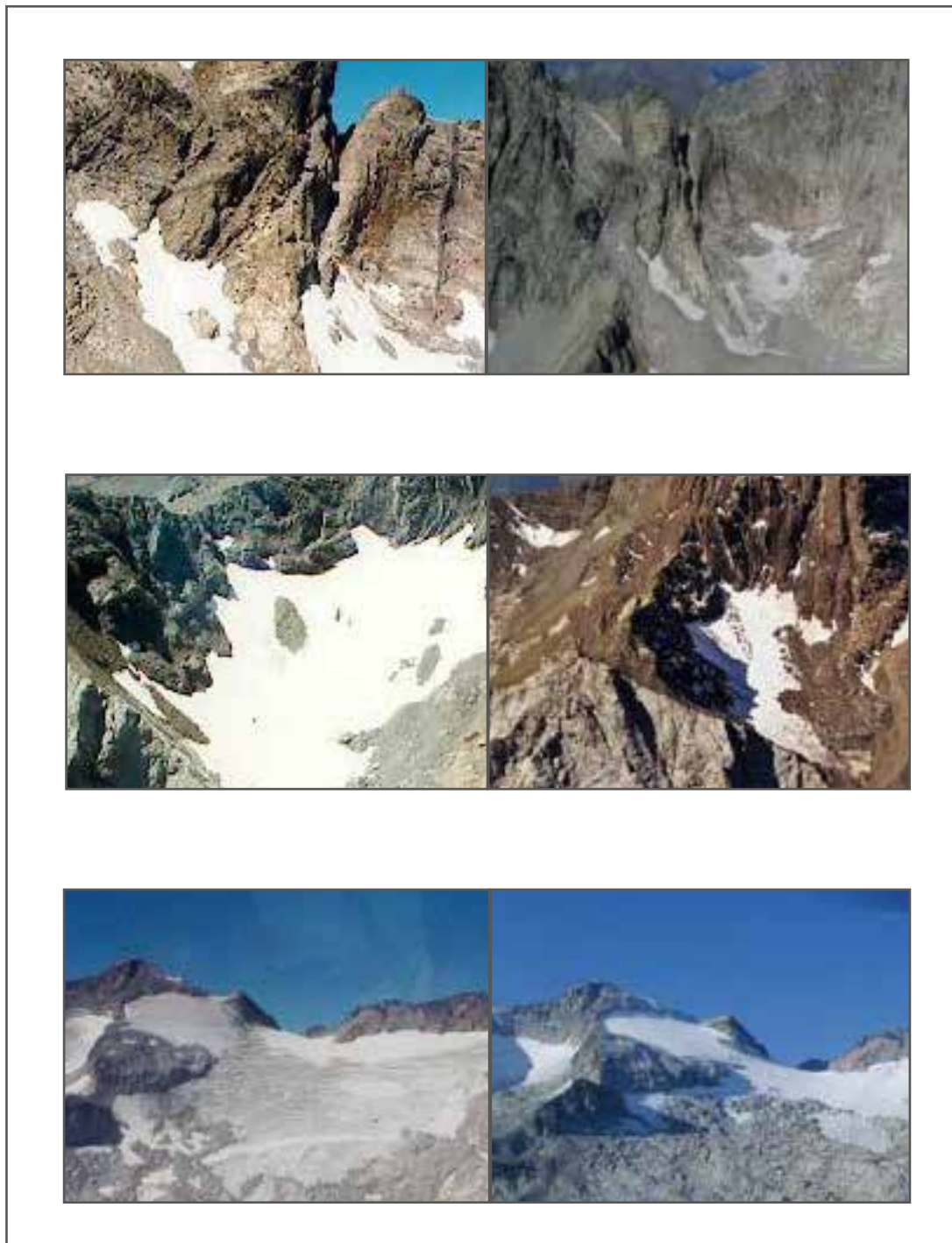
En zonas del mar Mediterráneo la temperatura se ha elevado hasta 0,5°C en las últimas décadas y en el Cantábrico hasta 0,35°C. Las zonas marinas se enfrentan al aumento de la temperatura del agua y en consecuencia, a la acidificación. Y las zonas costeras emergidas, a sufrir inundaciones debido al aumento del nivel del mar.

El nivel del mar ha crecido 2,4 mm de media al año desde los años noventa. Cerca de 9 mm por año en la Bahía de Málaga donde se han dado los máximos aumentos.

También se ha observado desde la segunda mitad del siglo XX un aumento importante en la altura de las olas en las fachadas cantábrica y gallega. Simultáneamente, se ha identificado la tendencia a una mayor duración de los temporales marítimos. Por otro lado, se han registrado cambios en la dirección del oleaje en los archipiélagos y de forma muy marcada en el norte de Cataluña, debido a un cambio en la componente de vientos.

Al sumar estos fenómenos entenderemos porqué el conjunto de las playas españolas se encuentran en regresión. Y con ellas están desapareciendo ecosistemas costeros y dunares.

Figura 69: En las imágenes superiores, el glaciar Brecha Latour, Macizo Balaitus, en 1995 y en el año 2008 (completamente extinto). Debajo, el glaciar Robiñera en 1995 y en el año 2005, casi desaparecido. En las imágenes inferiores, el glaciar Aneto en 1993 y en el año 2011, prácticamente desaparecido. Fuente: Programa ERHIN del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.



5.2 Efectos previstos en el período 2015 - 2050

Transformación de los ecosistemas en España

Mar

La tropicalización de las aguas marinas está permitiendo la llegada de especies alóctonas y obligando al desplazamiento o extinción de las especies autóctonas²¹. Así está ocurriendo en Canarias con la llegada de especies tropicales como el gallo aplomado (*Canthidermis sufflamen*), (Figura 70) o el gobio de punta dorada (*Gnatholepis thomsoni*) en detrimento de especies nativas, de corales negros (*Antipathella wollastoni*) o de estrellas de mar (*Marthasterias glacialis*).

Figura 70: Gallo aplomado (*Canthidermis sufflamen*) especie semitropical cada vez más frecuente en España. Fuente: Canarias, Medio Ambiente.



Pero no sólo están llegando este tipo de especies, sino también organismos tóxicos como dinoflagelados bentónicos del género *Ostreopsis* o *Gambierdiscus toxicus*, que se

están expandiendo por el Mediterráneo y Canarias. Este segundo, se encontró en el archipiélago por primera vez en el año 2005 y es capaz de producir la enfermedad tropical de la *ciguatera* en humanos, tras la ingestión de peces contaminados, lo cual ya ha ocurrido, por ejemplo, en la isla de El Hierro.

En 2004 se produjo también en estas aguas una reproducción exponencial de la cianobacteria *Trichodesmium erythraeum* propia del Mar Rojo. Algo jamás visto a tales latitudes en ninguna parte del mundo. En el caso del Mediterráneo, otro ejemplo lo están representando cada año las plagas de medusas (Figura 71) que llegan en grandes bolsas hasta las costas levantinas y baleares, entre otras. Todo parece indicar que, con unas mayores temperaturas del agua y una mayor salinidad, se están reproduciendo mucho mejor y estas plagas serán más frecuentes en el futuro.

Figura 71: Plagas de medusas en el levante. Fuente: undiatierra.blogspot.com.es.



Tierra

En los medios terrestres también se están constatando importantes cambios. En las zonas de montaña, las especies vegetales adaptadas al frío se están reduciendo, al igual que muchas de las especies de vegetación nival, como consecuencia del aumento de temperaturas incluso en los meses de invierno.

Algunas zonas de herbáceas están siendo sustituidas por leguminosas o especies leñosas, enebros o sabinas (*Juniperus*), o bien se están sustituyendo bosques de hayas (*Fagus sylvatica*) por otros de encinas y robles (*Quercus spp.*) lo que está alterando los ecosistemas de las cumbres, empeorando la calidad de las turberas o haciéndolas incluso desaparecer (Figura 72).

Figura 72: Turberas en el lago de La Gola (Alto Pirineo, España). Fuente: Jonathan Gómez Cantero.

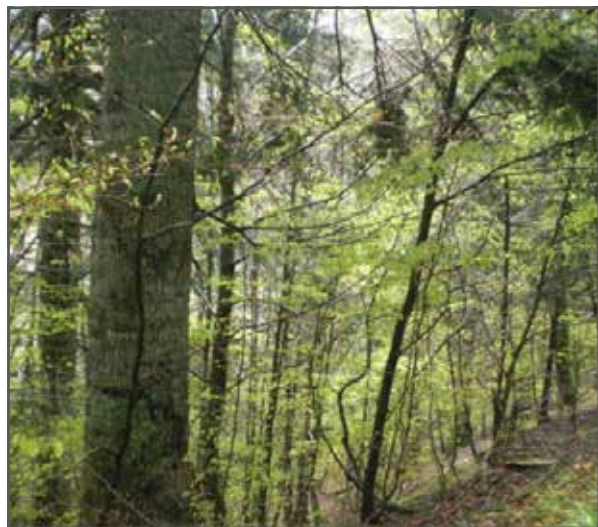


Se ha observado que los bosques españoles están cambiando su patrón general de crecimiento y que la reproducción está adelantándose y perdurando mucho más tiempo, lo que a su vez está contribuyendo al aumento de los casos de alergia en la población junto con otras variables como la polución.

En zonas donde mejoran las condiciones climáticas de frío o muy frío a templado, se observan crecimientos más rápidos de la vegetación y por tanto de mayor biomasa, pero en zonas más secas se está dando una degradación paulatina.

En el caso de las hayas (*Fagus sylvatica*) se ha observado una disminución del 50% en los últimos treinta años (Figura 73), siempre ligada a las cotas más bajas. Este fenómeno de mayor biomasa en algunas zonas y sequedad en todas ellas, se traduce en un aumento del número y la gravedad los incendios forestales.

Figura 73: Bosque de hayas (Fagus sylvatica) en el Pirineo Navarro Fuente: Jonathan Gómez Cantero.



Debemos tener claro que muchos de los incendios que se producen en España, cerca del 75%, son provocados de forma intencionada o por negligencias humanas, y sólo una pequeña parte de ellos responde a causas naturales. De esta parte que nos atañe, sí que se ha experimentado un crecimiento, pero además, al ser más secos y haber mucha más cantidad de combustible (hojas, ramas secas...) todos los incendios pueden ser más grandes, aparatosos y extenderse por muchas más hectáreas (Figura 74).

Figura 74: Un gran incendio forestal en Guadalajara (España) en el año 2004
Fuente: Gobierno de España



Debido al aumento de las temperaturas y las olas de calor, se están dando más frecuentemente los índices de incendio forestal, a saber, temperatura de más de 30°C, viento de más de 30km/h y humedad por debajo del 30%, un conjunto de variables conocidas como los tres 30²⁰.

La fauna ibérica también está sufriendo los cambios mencionados. Se está observando un desplazamiento en latitud de más de 150 km en las mariposas en los últimos años y de más de medio centenar de kilómetros en las aves. Se trata de un desplazamiento mucho más lento que el del clima, lo que podemos entender como incapacidad de algunas especies para adaptarse a un cambio climático tan rápido.

Un reciente estudio de la Universidad Complutense de Madrid señala que se está reduciendo de forma extraordinaria el volumen de aves invernantes que vienen a España. En el caso de los petirrojos extra-ibéricos el número de ejemplares que pasa el invierno en España ha caído en un 80%.

El propio estudio señala que una de las principales causas es el calentamiento global.

Además, algunas especies norteafricanas migratorias llegan ahora mucho antes a la península (Figura 75) y también, viajan más al norte que hace pocos años, lo que también se está explicando gracias al contexto de cambio climático.

Figura 75: Ejemplar de vencejo moro (Apus affinis) una especie migratoria norteafricana. Fuente: SEO Birdlife.



Impactos en los distintos sectores económicos

Siguiendo la tendencia explicada en el capítulo sobre los impactos en el medio ambiente en el contexto europeo, el sector forestal en la mitad sur peninsular está sufriendo una pérdida de productividad muy considerable debido al estrés climático al que están sometidos buena parte de los pinares, incluidos los de las sierras.

Esto se refleja tanto en la producción de madera, como de piñones (*Pinus pinea*). Pero no sólo en el sur peninsular tienen este problema, en la mitad norte se han experimentado caídas de más del 35%, desde los años sesenta, debido

al aumento de las temperaturas y disminución de la cantidad total de precipitaciones.

En la agricultura, los cultivos de vid están sufriendo importantes pérdidas. Los descontroles en la maduración de las uvas hacen que los aromas y taninos no se encuentren en ocasiones en sus proporciones adecuadas y éstos pierden una gran calidad. Las altas temperaturas están afectando directamente a este sector y aún lo hará más en el futuro (Figura 76).

Figura 76: Dehesa de olivos (Olea europaea) con ganado ovino. Fuente: M^a Carmen García.



En el sector agrario español, la escasez hídrica es clave. Se trata de un problema estructural que se ve fuertemente agravado en episodios extremos, como fue la ola de calor de 2003, cuando se produjeron más de 800 millones de euros de pérdidas en un solo año.

Las condiciones climáticas de ese verano causaron en España un déficit en el suministro de forrajes del 30%, una reducción de la cabaña de aves de corral en un 15 - 20%, y de la producción de patatas en un 30%.

La producción de crustáceos y la piscicultura también se ven afectadas²¹. Un buen ejemplo lo representa el mejillón en Galicia (*Mytilus galloprovincialis*). Con el aumento de temperatura se está produciendo un mayor crecimiento de poblaciones de algas y bacterias tóxicas en las aguas, que en numerosas ocasiones impiden que el mejillón sea apto para el consumo por su toxicidad. La contaminación y la temperatura están produciendo que hoy se recoja menos mejillón, más pequeño y, en no pocos casos, más tóxico (Figuras 77 y 78).

Figura 77: Ría gallega con bateas de mejillón (Mytilus galloprovincialis). Fuente: Xunta de Galicia.



Figura 78: "Marea roja" con una explosión de plancton que hace imposible la recogida de estos animales debido a la alta toxicidad. Fuente: Xunta de Galicia.



En el caso de la pesca y las piscifactorías, está siendo cada vez más frecuente la pesca de grandes bancos de nuevas especies, como en el caso de Canarias, con la caballa-chicharro (*Decapterus macarellus*). Este pez se encuentra en grandes cantidades en la zona desde la última década. Mientras, algunas especies locales están siendo sustituidas por otras que prefieren aguas más cálidas.

Impactos en la salud

En España, la primera enfermedad que ha sido relacionada con el cambio climático son las alergias. Se está produciendo un aumento de los casos de alergias que tienen que ver con el adelantamiento de la época de pólenes y la severidad de los mismos. En el crecimiento del número de alergias en las ciudades este factor se combina con la contaminación. Es un hecho constatado que se están produciendo muchos nuevos casos y agravando algunos de los ya conocidos. Aunque, como decimos, el aumento de alergias está ligado también al aumento de polución en las ciudades, este hecho aislado es un factor determinante.

Sin embargo, son sin lugar a dudas los episodios de calor extremo el impacto en la salud más grave del cambio climático hasta el momento en la península ibérica.

Como hemos señalado, se ha producido un aumento en la frecuencia y dureza de las olas de calor, sobre todo en la mitad sur de la península. Como hemos señalado, afectan especialmente a los más vulnerables como los ancianos, los niños o la gente sin recursos, y se estima que en el caso de la ola de calor de 2003, hubo cerca de 7.000 víctimas.

Al mismo tiempo hay un aumento de las noches tropicales y gran parte de las ciudades españolas tienen el dudoso honor de contar con archipiélagos de calor. Además de los episodios extremos, calor, asfalto,

cristal y viviendas mal aisladas suponen un duro cóctel para la salud en ciudades como Córdoba, Murcia Sevilla o Madrid, donde se ha hecho común superar los 30°C durante gran parte del día.

En relación a la expansión del mosquito tigre (*Aedes albopictus*) y del mosquito de la fiebre amarilla (*Aedes aegypti*) que hasta ahora encontraban barreras climáticas para establecerse en España, se encuentran de forma más frecuente y eficaz, y sólo en la temporada 2013 se capturaron más de 10.000 mosquitos tigre en el Delta del Ebro (Figura 79).

Figura 79: Imagen de un pequeño sector del Delta del Ebro donde puede verse el estancamiento de las aguas. Debido al aumento de las temperaturas, estos espacios se convierten idóneos para la cría y reproducción de vectores de enfermedades. Fuente: CHE.



Por su situación geográfica, España es uno de los países de la Unión Europea donde más intensamente va a impactar el cambio climático.

Cabe señalar que el nivel que hay de conocimiento actual sobre el CC en España imposibilita hacer una estimación al detalle de los sectores y lugares que serán más afectados. Sin embargo, hay dos fenómenos en los que existe un amplio consenso y que afectarán al país: que el clima se volverá más cálido y las precipitaciones tenderán a disminuir.

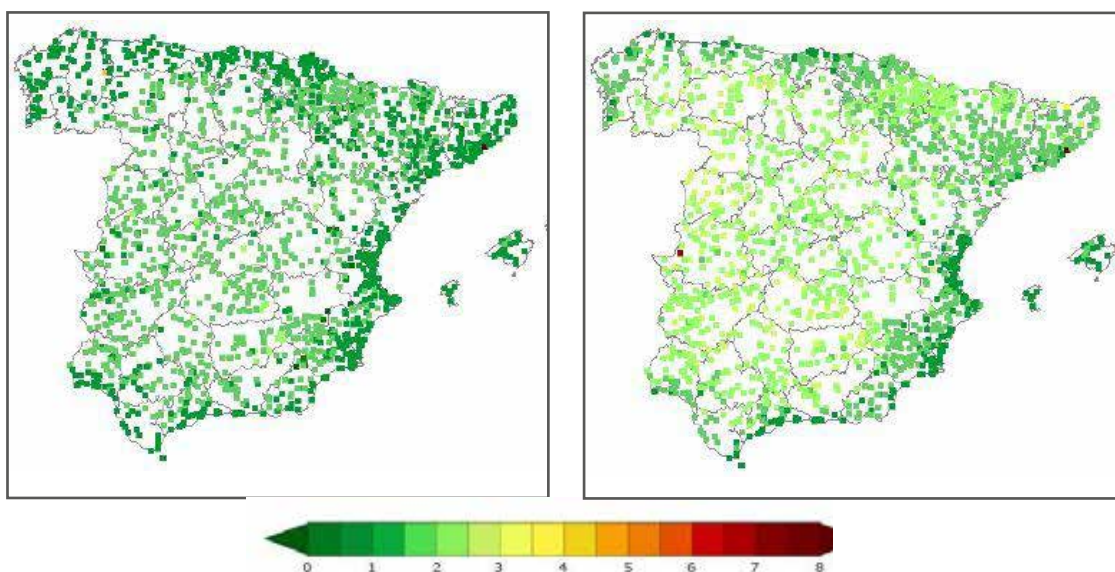
ambientales de la costa y un largo etcétera que hemos visto ya anteriormente, no serán fáciles de mitigar, lo cual no significa que no sea absolutamente necesario reducir estos impactos tanto como se pueda.

Las conclusiones son en este sentido generales, y en pocos casos pueden aplicarse a sitios concretos porque el nivel de conocimiento que se tiene y la resolución temporal y espacial a la que se ha podido trabajar es insuficiente.

Los impactos del cambio climático no serán homogéneos en todo el país, pues, como hemos señalado, existe una gran diversidad climática previa, así como diferencias entre el campo y la ciudad. Las posibilidades de adaptación al cambio serán igualmente variadas: la pérdida de ecosistemas acuáticos, de productividad en los sistemas forestales, de los valores

No obstante, sí podremos obtener una visión de las tendencias del cambio, con implicaciones claras para aquellas decisiones cuyo marco de actuación temporal es largo. En España, la necesidad de seguir avanzando en el conocimiento del cambio climático y sus efectos debería ser un compromiso de Estado.

Figuras 80 y 81: Izquierda, se muestra el aumento de temperaturas previsto, de media para un escenario de bajas emisiones. Derecha se muestra también un aumento de temperaturas con emisiones altas. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).



Con estas premisas, podemos ya pasar a hablar de los rasgos generales, como los efectos de nuevos climas de aquí a 2050 (*Figuras 80 y 81*).

Si nos centramos en un escenario de aumento de 2°C, podríamos estar hablando de veranos altamente cálidos, que provocarán situaciones de calor intenso, acompañados de olas de calor de 44°C – 46°C.

Aumentos de temperatura de 4 ó 5°C crearán veranos extremos más largos. No se descarta que los veranos pasen a tener una temperatura media de más de 30°C con olas de calor **que podrían llegar fácilmente a los 50°C (Figura 82).** Sin duda, podríamos estar ante unas situaciones de un clima prácticamente imposible para la vida rutinaria española durante todos los meses de verano, y que en días puntuales podría ser extremo incluso para la vida.

Un agua cálida permitirá crecer grandes

Figura 82: Ejemplo de previsión meteorológica en España para el verano de 2050. Esta iniciativa fue promovida por la Organización Meteorológica Mundial y en la imagen se ve a Mónica López (TVE) dando una previsión con temperaturas de incluso 49°C en Córdoba.



Otro fenómeno que se espera que ocurra de forma más frecuente son las oleadas de polvo sahariano.

Figuras 83 y 84: Izquierda un mapa de disminución de las precipitaciones en un escenario de baja intensidad. El mapa de la derecha, se muestra la disminución de las precipitaciones que podría darse en uno de los peores escenarios. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

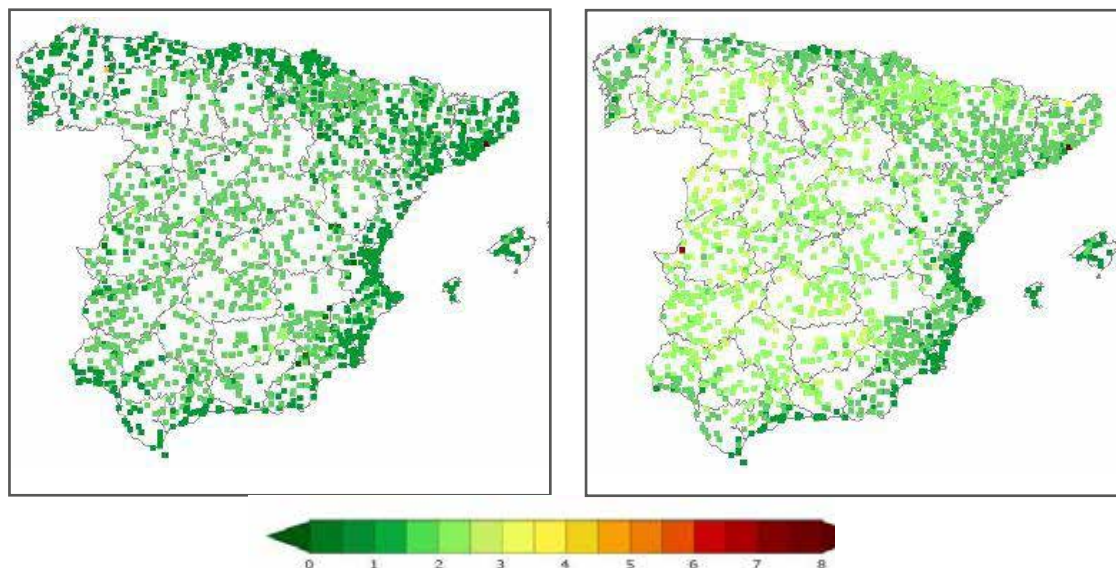


Gráfico 15: Evolución de la precipitación anual en la península, vista a través de distintos escenarios. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología. 2006.

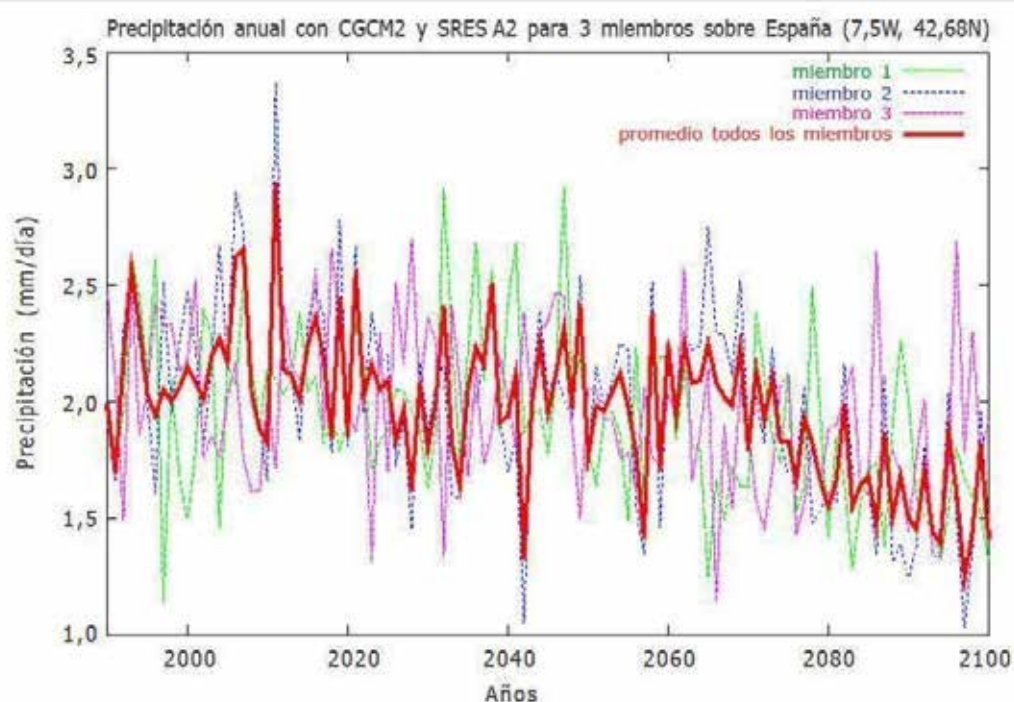


Figura 85: imagen satelital en la que se observa una gran cantidad de arena y polvo provenientes del Desierto del Sáhara, afectando directamente a Canarias. Fuente: NASA.



Este fenómeno, es bien conocido en Canarias en suspensión, que reduce la visibilidad y (Figura 85 y 86), donde de forma periódica suele provoca daños en las vías respiratorias. llegar oleadas de grandes cantidades de polvo

Figura 86: Tormenta de arena en Canarias. Fuente: Dani Miguel. <http://javierhfernandez.es>.



Aunque también ocurre en la península, se espera que ahora lo haga de forma mucho más frecuente, y con una mayor carga de partículas, por lo que tendríamos un efecto añadido del clima que provoca graves daños en la salud, y de forma indirecta en otros sectores como el aeronáutico o la agricultura.

En definitiva, estaríamos ante una situación en los próximos años de veranos mucho más calurosos y extremos en cuanto a temperaturas, que pueden venir acompañados de grandes cantidades de polvo sahariano.

En otoño, serán más frecuentes las lluvias torrenciales en el Mediterráneo, y además en conjunto, lloverá menos a lo largo del año. Esto desequilibrará los balances hídricos y provocará periodos de estrés hídrico, y en ocasiones sequías estivales mucho más frecuentes y rigurosas que ahora.

Todo esto ocurrirá con mayor o menor intensidad cuanto mayor sea el aumento de temperaturas; mientras que ante aumentos de 2°C los cambios serán graves, con aumentos de 4°C los cambios serán muy graves y extremos.

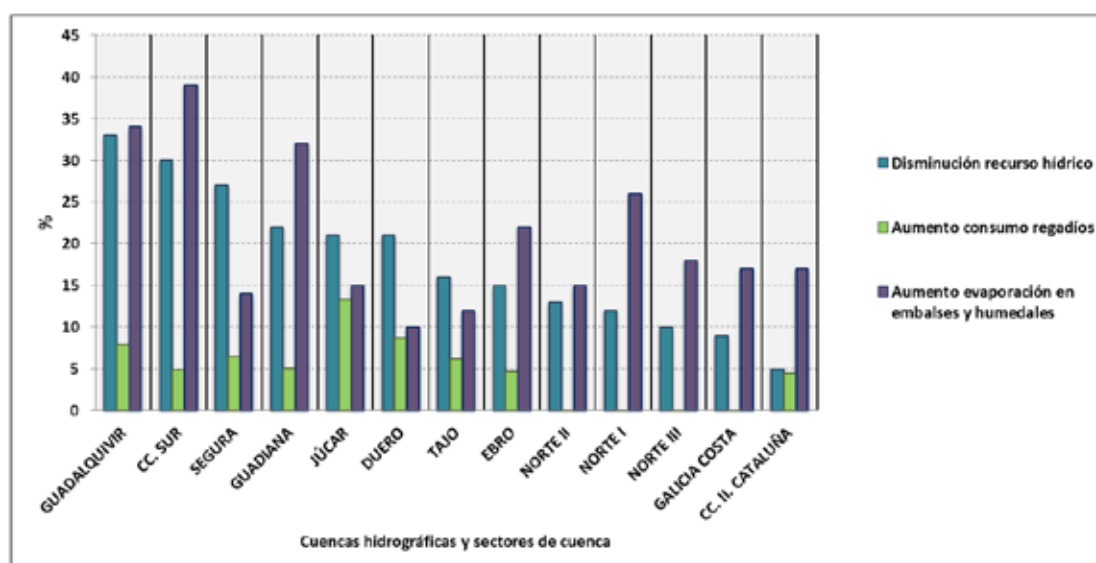
Impactos previstos en el medio ambiente

Menos agua

En cuanto a los recursos hídricos, debido a la tendencia a la baja de las precipitaciones y una mayor evapotranspiración, se estima que de aquí a 2050 éstos podrán reducirse un 16% de media en España, lo que equivaldría a unos 20.000 hm³ de agua (Gráfico 16).

En algunas cuencas hidrográficas como la del Guadalquivir podría llegar al 33% o el 27% en la del Segura, y hasta un 10% en las cuencas del norte. La parte más afectada será la mitad meridional, que además será la que más sufra

Gráfico 16: Previsión de los efectos del cambio climático en España para el año 2050 en cada una de las cuencas hidrográficas: disminución del recurso hídrico, aumento del consumo en regadíos y aumento de la evaporación en embalses y humedales. Fuente: Elaboración propia a partir de Ayala Carcedo, 1996.



la disminución de las precipitaciones. Esto repercutirá en los ecosistemas acuáticos.

Con un gran nivel de certeza se puede asegurar que el cambio climático hará que parte de los ecosistemas acuáticos de la península pasen de ser permanentes a estacionales, y que muchos de ellos desaparezcan.

Los ecosistemas que se verán afectados en primer lugar serán los endorreicos, lagos, lagunas, ríos, arroyos de alta montaña, humedales costeros y ambientes dependientes de las aguas subterráneas.

Mucho de los humedales que hoy conocemos, y que ya se encuentran en declive por la extracción de agua, podrían desaparecer por completo, como Doñana, Las Tablas de Daimiel, las Lagunas de Ruidera, la Albufera de Valencia o las Lagunas de Villafáfila. (Figura 87).

Del mismo modo, los glaciares que aún quedan ya habrán desaparecido por completo para estas fechas, y se habrán transformado los bosques, por no hablar de todos aquellos

Figura 87: Parque Nacional de Doñana seco por las bajas precipitaciones. Fuente: Parques Nacionales.



que hasta 2050 hayan podido sobrevivir a los incendios forestales.

En los ríos las especies termófilas se desplazarán aguas arriba (buscando aguas más frías cerca de los nacimientos) y disminuirá la proporción de especies de aguas frías. Como hemos visto, se producirá una mayor virulencia de parásitos y un aumento de poblaciones de especies invasoras que podrían acabar por extinguir las especies autóctonas.

En los ecosistemas terrestres, se alterará la fenología y las interacciones entre especies. Esto favorecerá la expansión de especies invasoras y plagas, aumentando el impacto de los problemas ambientales, tanto naturales como antrópicos.

En España, desde un punto de vista regional, las zonas y sistemas más vulnerables al cambio climático serán: las islas, los ecosistemas aislados (como son las islas edáficas), los ecosistemas de alta montaña y los ecotonos o zonas de transición entre sistemas (Figura 88).

Figura 88: Imagen del bosque de laurisilva en la isla de La Palma. Fuente: Cabildo de Palma.



Los impactos directos sobre la diversidad vegetal se producirán a través de dos efectos antagónicos: el calentamiento y la reducción de las disponibilidades hídricas, que producirán una “mediterraneización” del norte peninsular y una “aridificación” del sur.

Actualmente no sabemos qué especies serán capaces de evolucionar y adaptarse a tiempo al cambio climático y cuáles no. Tampoco sabemos si las plantas aumentan la eficiencia en el uso del agua para resistir a la sequía y el calentamiento, y si estos procesos se acelerarán con los ciclos biogeoquímicos.

Lo que es evidente es que muchos ecosistemas serán incapaces de adaptarse.

En las especies animales cabe esperar cambios reproductivos en las poblaciones, con adelantos o retrasos en el inicio de actividad, así como en la fecha de las migraciones. Además habrá desajustes entre predadores y sus presas debidos a respuestas diferenciales al nuevo clima (*Figuras 89 y 90*).

Otro efecto que se prevé es el desplazamiento en la distribución de especies terrestres hacia el norte o hacia mayores altitudes, en algunos casos con una clara reducción de sus áreas de distribución.

La fisiología de las especies de los árboles puede verse profundamente afectada. Los caducifolios (castaños, hayas, robles,...) alargarán su ciclo vegetativo. La renovación de las hojas y de las raíces finas de los perennifolios (maquia, garriga, estepa,...) se acelerará, alterando el balance interno de reservas de la planta.

Conforme aumente la temperatura y la demanda evaporativa de la atmósfera, la cantidad de agua subterránea disminuirá, lo que supondrá un importante factor de estrés para las plantas.

En las zonas donde ya sufren un déficit hídrico esto puede ocasionar una reducción considerable de la densidad del arbolado. En casos extremos, áreas susceptibles de albergar sistemas

Figuras 89 y 90: A la izquierda, un lince ibérico, especie en peligro de extinción. A la derecha, un conejo común. Fuente: Parques Nacionales.



arbolados pueden perder esta condición, pasando a ser matorrales u otra vegetación de menor porte.

Añadido a ello, las plagas y enfermedades forestales pueden jugar un papel fundamental en la fragmentación de las masas forestales. Con el aumento de las temperaturas, algunas especies perforadoras o defoliadoras pueden llegar a completar dos ciclos biológicos en un año o aumentar su área de colonización como consecuencia de los inviernos más benignos. Las bajas temperaturas que antes acababan con ellos, ya no lo harán (*Figuras 91 y 92*).

Impactos económicos

Aceite, vino, naranjas y limones

Los sistemas agrarios se verán perjudicados por el incremento en la temperatura del aire, por la concentración de CO₂, así como los

cambios en las precipitaciones estacionales, aunque los efectos serán contrapuestos y no uniformes en las distintas regiones españolas.

Todos los cultivos de la granja mediterránea y del sur de España se verán especialmente afectados. La prospectiva del impacto del cambio climático sobre cítricos, vides y olivos es preocupante, tanto por su relevancia económica, como por la social y cultural.

Hoy en España, el olivar y el viñedo ocupan alrededor de 3,5 millones de hectáreas. Ambos cultivos están en retroceso. La producción de uva se extiende por Andalucía, Cataluña, las riberas del Ebro y del Duero y ambas mesetas.

Ante escenarios de subida de 4 ó 5°C la vendimia sería prácticamente nula en muchas zonas del país como el Valle del Duero, el Valle del Guadiana o Navarra, ya que el calor impedirá crecer correctamente las uvas

*Figuras 91 y 92: A la izquierda, se muestra una palmera datilera (*Phoenix dactylifera* L.) muerta, a causa de la agresión del picudo rojo (*Rhynchophorus ferrugineus*) un coleóptero originario de Asia tropical y que está causando graves estragos en palmerales españoles como el de Elche (Alicante, España) que es Patrimonio de la Humanidad, suponiendo graves pérdidas.*



y ésta estaría mucho más seca (*Figura 93*).

El olivar se extiende por toda la Meseta Sur, Andalucía y Extremadura, además de por el litoral mediterráneo, llegando al valle del Ebro. La mayoría de su producción se destina a la transformación en aceite. En Jaén es casi un monocultivo, pues ocupa el 63% de la superficie cultivada.

Figura 93: Un racimo de uvas, aún sin recoger, da muestra de la sequedad que ha vivido los últimos meses.



Coincide la bajada del rendimiento en términos generales de estos cultivos con el aumento de las temperaturas y la frecuencia de los fenómenos climáticos extremos. En ausencia de estudios prospectivos específicos de los mismos en relación al cambio climático, podemos decir que todo apunta a que esta tendencia se puede profundizar hasta cuestionar la viabilidad económica de todos ellos.

El mismo futuro se prevé para el cultivo de cítricos, del que depende alrededor del 60% de la economía en la Comunidad Valenciana. Con una subida de 4 ó 5C° se pone en riesgo toda la huerta de Valencia y Murcia, ya que muchos

árboles pueden no resistir el calor del verano. Es probable que en 2050 las plantaciones de cítricos hayan desaparecido de la región y se haya ido trasladando hacia el norte, por ejemplo, a las faldas de los Pirineos o a centroeuropa.

Los aumentos de temperatura aumentarán la demanda evapotranspirativa de los cultivos, incrementándose las necesidades de riego en algunos casos. En el sur y sureste de España la demanda de agua se incrementará de forma pronunciada, siendo el estrés térmico más frecuente y duradero (*Figura 94*).

La distribución y alcance de las plagas y las enfermedades de los cultivos de importancia económica puede variar y su control natural por las heladas y bajas temperaturas del invierno. En zonas como las mesetas, podría disminuir. Además la modificación de las temperaturas puede producir el desplazamiento a latitudes mayores de algunas enfermedades.

Figura 94: Árboles y suelo completamente secos en la Comunidad Valenciana (España) tras la gran sequía del verano de 2014. Fuente. Diario Información.



Impactos en la salud y la vida cotidiana

La primavera se adelantará debido al calor y al bajo rigor del invierno (Figura 95), lo que provocará todavía un mayor número de alergias debido a la diversidad de pólenes y a la alta concentración de éstos.

Figura 95: Imagen de una laguna en primavera, un lugar que podría desaparecer con el cambio climático.



El agua acumulada en los humedales tras las lluvias del invierno, durante la primavera se calentará, permitiendo el desarrollo de vectores transmisores de enfermedades tropicales como la malaria en zonas como el suroeste de Andalucía, zonas centrales de Castilla La Mancha o Valencia.

Impactos sobre el turismo

En España el turismo supone alrededor del 11% del PIB nacional, que llega al 45% en Baleares y al 30% en Canarias y este sector se va a ver gravemente afectado por el cambio climático.

Además, la escasez de agua va a provocar problemas de funcionalidad y/o viabilidad

económica de numerosos destinos turísticos, tanto de la península, como de las islas. El incremento de las temperaturas modificará los calendarios de la actividad turística en España, aumentando los viajes en las estaciones intermedias, como primavera y otoño.

Por otro lado, la elevación del nivel del mar amenazará la localización actual de determinados asentamientos turísticos y de

Figura 96: Imagen del Mar Menor (España), un ejemplo prototípico de turismo, que además es poco sostenible.



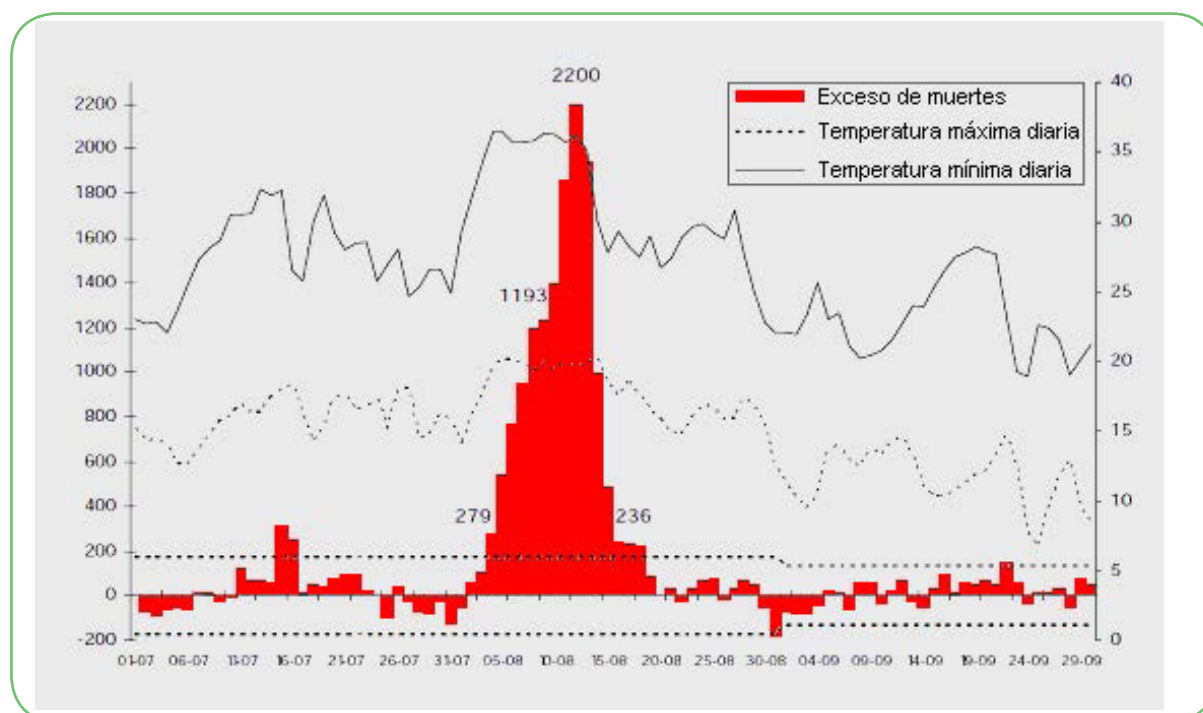
sus infraestructuras (Figura 96).

En la salud humana se espera un aumento en la morbi-mortalidad causada por las olas de calor²², que se apuntan como más frecuentes en intensidad y duración en los próximos años (Gráfico 17). Por otro lado, el aumento previsible de las partículas contaminantes y del ozono serían los principales impactos relacionados con la contaminación atmosférica (Figura 97).

A estos impactos en la salud habría que añadir la extensión geográfica de vectores ya establecidos o por la implantación e instalación de vectores sub-tropicales adaptados a sobrevivir en climas menos cálidos y más secos.

Entre las enfermedades vectoriales susceptibles de incrementar su incidencia

Gráfico 17: Aumento de la sobremortalidad en humanos en función de la temperatura (eje derecho del gráfico). Fuente: Revista de Medicina



en España se hallan algunas transmitidas por mosquitos (dengue, enfermedad del Nilo Occidental, malaria) o garrapatas (encefalitis).

Aumento de los desastres naturales

En cuanto a los riesgos naturales de origen climático, en las cuencas mediterráneas y del interior la mayor irregularidad del régimen de precipitaciones ocasionará un aumento en la irregularidad del régimen de crecidas y de crecidas relámpago (Figuras 98 y 99).

Figura 97: Las emisiones de gases efecto invernadero por parte del sector energético son la principal causa del calentamiento global.



A la espera de confirmación por modelos climáticos más afinados, el aumento de la torrencialidad conllevará un mayor número de deslizamientos de tierra superficiales y corrientes de derrubios, cuyos efectos podrán verse multiplicados por los cambios de uso del suelo y un menor recubrimiento vegetal, tal y como ya hemos visto.

Debido a las temperaturas y la falta de agua en el suelo, durante el verano aumentarán los incendios forestales, lo que también inducirá a una mayor y más duradera desecación de los combustibles, como ramas y hojas secas.

Figuras 98 y 99: Un puente de la A-7 en Murcia (España) ha colapsado debido a la torrencialidad del agua que ha socavado su parte inferior. Octubre de 2012. A la izquierda, se muestra una inundación severa que ocurrió en poco más de 30 minutos en Illescas (Toledo, España) en agosto de 2009. Fuente: Jonathan Gómez Cantero.



En general, esto también repercutirá en los gastos de los seguros y una mayor cuota de las pólizas.

Si la temperatura media planetaria aumenta 5°C en gran parte de la península ibérica será imposible realizar las actividades que hoy se realizan y en algunas zonas, la propia vida social se verá cuestionada. (Figura 100).

Figura 100: Un ciclista, en plena noche, por las calles de Sevilla (España) y los termómetros aún marcando 42°C. Fuente: Diario El País.



IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN ESPAÑA

1#GALICIA:

Aumento de temperatura del agua // + Bacterias // Riesgos para pesca y marisco.

2#COSTA NORTE

El número de temporales marítimos y de fenómenos costeros severos aumentarán en frecuencia.

3#ZONAS AGRÍCOLAS:

Aumento de temperaturas + menos precipitaciones = pérdidas agrícolas. Ej: Desaparición de los viñedos de la mitad norte peninsular.

2#PIRINEOS

Desaparición de los glaciares, de la cubierta nivosa de las montañas y de los ecosistemas de alta montaña.

5#MESETA:

+incendios forestales // Veranos muy severos // Aumento del número de olas de calor extremo.

4#CIUDADES:

Altas temperaturas + contaminación = Efecto isla de calor // + Noches tropicales // Impacto en la salud de la población vulnerable.

5#COSTA SUR:

Aumento del nivel del mar + sequía + altas temperaturas = desaparición de ecosistemas costeros de gran riqueza y biodiversidad, como las marismas de Doñana.

6#COSTA E ISLAS:

Aumento del nivel del mar = inundación de zonas bajas en regiones costeras e islas // + Sequías + largas // aumentarán en frecuencia y + Precipitaciones torrenciales.

7#SUR:

Aumento de la temperatura // Descenso de precipitaciones // Aumento de episodios de calor extremo // Descenso del caudal de los ríos // Aumento de incendios forestales // Disminución de rendimiento de cultivos // Aumento de la demanda de agua // Desertificación.



6 CONCLUSIONES

Una vez llegados a este punto, hemos podido ver qué es el clima, cómo ha sido su evolución en Europa, qué es exactamente el cambio climático antropogénico, algunos de los impactos que ha tenido y algunos de los que tendrá en un futuro cercano.

El cambio climático se ha convertido en un reto mundial, constatado y consensuado por el mundo científico que ha podido observar diversos cambios, especialmente la elevación de la temperatura media del planeta, al mismo ritmo que crecían las concentraciones de GEI en la atmósfera, siendo innegable por lo tanto el factor humano.

Se han observado cientos de impactos y cambios en Europa desde 1950, desde la elevación de la temperatura que ha provocado que las últimas décadas fueran las más cálidas de la historia, como cambios en la precipitación, un aumento del número de desastres naturales, impactos en el medio ambiente y en los distintos sectores económicos o cambios incluso en la distribución de la mortalidad durante las olas de calor.

El aumento de las temperaturas agudizará la sensación de calor y bochorno en el interior de las ciudades, especialmente durante la noche, lo que dificultará enormemente la conciliación del sueño, provocando efectos negativos sobre el nivel de bienestar de la población y provocará situaciones de agotamiento que causarán problemas en la salud.

En Europa y en España como caso singular se esperan algunos de los peores impactos del cambio climático, como cambios significativos en el balance hídrico, desaparición de especies o transformación del medio rural, lo que implicará no sólo daños en la naturaleza, sino también en diversos sectores económicos y sus productos, que podrían llegar a desaparecer y que son a día de hoy la carta de presentación de diversos territorios.

La vida cotidiana de los ciudadanos europeos también cambiará. Del mismo modo que desde 1950 muchas personas han vivido cambios en el clima, seguirá ocurriendo incluso de forma más acentuada desde 2015 hasta 2050 lo que transformará completamente muchos de los espacios que hoy conocemos

y que dentro de unos años, de continuar con este ritmo de emisiones habrán desaparecido.

No habrá suficiente tiempo para que especies animales y vegetales migren o sean capaces de adaptarse debido a la velocidad con la que se están registrando los cambios **en el clima, por lo que muchas de ellas desaparecerán**, además de verse afectadas por la llegada de nuevas especies invasoras, en muchos casos de ambientes tropicales, que reducirán nuestra flora y fauna autóctona disminuyendo la riqueza en biodiversidad.

Los ecosistemas acuáticos continentales y las zonas costeras sufrirán de forma muy intensa los efectos, pudiendo ser el fin para muchos que están condenados a desaparecer. Del mismo modo los bosques tendrán que hacer frente a un mayor número de sequías e incendios forestales, y los ambientes de alta montaña podrán quedar exentos de nieve y glaciares en prácticamente todas las zonas de Europa donde hoy aún los encontramos.

El cambio climático se ha convertido en uno de los peores desastres ambientales de la historia de la humanidad afectando a todo el planeta, por lo que se hace de obligado cumplimiento acometer cuanto antes las medidas y políticas que sirvan para disminuir las emisiones y conseguir que la acumulación de gases invernadero en la atmósfera sea más baja para evitar, en medida de lo posible, todos esos impactos.

Transformar el modelo energético actual y implementar tecnologías para el aprovechamiento de las energías renovables, se convierte en un reto, pero también en la mejor y única solución (Figura 101) para frenar el cambio climático y poder preservar la naturaleza. Si no acometemos pronto estas medidas, los cambios serán irreversibles y alcanzaremos el punto de no retorno, donde ya, por mucho que las emisiones sean reducidas casi hasta su desaparición, los impactos serán un hecho real e irreversible.

Figura 101: Casas fotovoltaicas en Frigurgo.



REFERENCIAS

1. Alberola Romá, A. (2014): Los cambios climáticos: La Pequeña Edad de Hielo en España. Ed. Cátedra, 344 pp. Madrid.
2. IPCC (2013). Cambio Climático 2013: Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático" [Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.
- 3 y 4. Organización Meteorológica Mundial (2013). Declaración de la OMM sobre el estado del clima mundial en 2013. Ginebra(Suiza) 24 pp.
5. Vargas M., garcía M.C., Moya F., Tel E., Parrilla G., Plaza F., Lavín A. & García M.J. (aut. princ.) (2010). Cambio climático en el Mediterráneo español. Segunda Edición Actualizada. Instituto Español de Oceanografía, Ministerio de Ciencia e Innovación. 176 pp.
6. European Environment Agency (2012): Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012 An indicator-based report. 34 pp. Denmark
- 7 y 8. IPCC (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp.
9. IPCC (1997). Impactos regionales del cambio climático: evaluación de la vulnerabilidad. Informe especial del Grupo de trabajo II del IPCC. 27 pp.

10. FAO (2012). El estado de los bosques de mundo. 64 pp. Roma.
11. Gordo O. y Sanz JJ (2010). Impact of climate change on plant phenology in Mediterranean ecosystems. *Global Change Biology* 16: 1082-1106.
- Menzel A., Sparks T.H., Estrella N., Koch E., Aasa A., Ahas R., Alm-Kübler K., Bissoli P., Braslavska O., Briede A.,
Chmielewski F.M., Crepinsek Z., Curnel Y., Dalh A., Defila C., Donnelly A., Filella Y., Jatczak K., Mage F., Mestre A., Nordli
O., Penuelas J., Pirinen P., Remi_ová V., Scheifinger H., Striz M., Susnik A., VanVliet A., Wielgolaski F.E., Zach S. & Zust
A. (2006). European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biology* 12: 1969-1976.
- Southward A.J., Hawkins S.J. & Burrows M.T. (1995). Seventy years observations in distribution and abundance of zooplankton and intertidal organisms in the western English Channel in relation to rising sea temperature. *Journal of thermal Biology* 20: 127-155
12. FAO (2012). Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura. Visión de conjunto del estado actual de los conocimientos científicos. 246 pp
- Quero J.C., Du Buit M.H. & Vayne J.J. (1998). Les observations de poissons tropicaux et le réchauffement des eaux dans l'Atlantique européen. *Oceanologica Acta* 21: 345-351.
13. IPCC (2012). Informe especial sobre la gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático. [Edición a cargo de C. B. Field, C. B., V. Barros, T. F. Stocker, D. Qin, D. J. Dokken, K. L. Ebi, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, G. -K. Plattner, S. K. Allen, M. Tignor, y P. M. Midgley]. Informe especial de los Grupos de trabajo I y II del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, Nueva York, Estados Unidos de América, 32 pp.
14. Schiermeier Q. (2010). Mediterranean most at risk from European heatwaves. *Nature* online <http://www.nature.com/news/2010/100517/full/news.2010.238.html>
15. García-Herrera R., Díaz J., Trigo R.M., Luterbacher J. & Fischer E.M. (2010). A Review of the European Summer Heat Wave of 2003. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 40: 267-306.
16. Fernández García, F. (2009) Cambio climático: retos y oportunidades en Europa. Europa y el cambio climático: jornadas celebradas del 1 al 30 de octubre de 2009 en Salamanca. págs 11-39
17. Jiménez Peydró R. in press. Vectores transmisores de enfermedades y cambio climático.



En Proyecto Cambio climático y salud en España: presente y futuro. ISTAS-FGUCM

18. Oficina Española de Cambio Climático (OECC) (2005). Principales conclusiones de la evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático. Ministerio de Medio Ambiente. 42 pp. Madrid

19. Olcina Cantos, J. (2009). Cambio climático y riesgos climáticos en España. Investigaciones Geográficas, No49, págs. 197 –220. Alicante

VVAA. (2007) El cambio climático en España. Informe para el Presidente del Gobierno elaborado por expertos en cambio climático. Documento resumen. Noviembre 2007

20. Moreno J.M. 2005. Riesgos de Origen Climático: Impactos sobre los Incendios Forestales. En J.M. Moreno (coord.) Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. págs 581-615.

21. Pena C. (2011). Sostenibilidad de la costa y cambio climático: experiencias españolas., presentado el 13 de mayo de 2011 en Taller Regional sobre Impactos y Adaptación al Cambio Climático en las Zonas Costeras de América Latina y Caribe. Santander, España.

Losada, I. (2007). Impactos del cambio climático en la costa española. Ciclo: el clima que viene. Fundación Juan March. http://www.march.es/Recursos_Web/Culturales/Documentos/conferencias/PP2454.pdf

22. Piserra M.T., Wirtz B. & Sáez J. (2005). Impactos sobre el sector del seguro. En J.M. Moreno (coord.). Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. págs 691-726.

BIBLIOGRAFÍA

Alberola Romá, A.: Los cambios climáticos: La Pequeña Edad de Hielo en España. Ed. Cátedra, 344 pp. Madrid. 2014

Castro M., Martín-Vide J & Alonso S. (2005). El Clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI. En: J.M. Moreno (ed.) Evaluación Preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático. Ministerio de Medio Ambiente. págs 1-64.

Castro C.G., Alvarez-Salgado X.A., Nogueira E., Gago J., Pérez F.F., Bode A., Ríos A.F., Rosón G. & Varela M. (2009). Evidencias biogeoquímicas do cambio climático. Evidencias e impactos do cambio climático en Galicia. Xunta de Galicia, Santiago de Compostela. págs 303-326.

COPA/COGECA 2003: Assessment of the impact of the heat wave and drought of the summer 2003 on agriculture and forestry. Factsheet. Comm. of Agricultural Organisations in the EU and the General Committee for Agricultural Cooperation in the European Union.

De Lope, F. (2003). Golondrina dárica (*Hirundo daurica*). En: Martí R. & Del Moral, J.C. (coords.). Atlas de las Aves Reproductoras de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Sociedad Española de Ornitología, Madrid. págs 386-387.

De Luis, M., Raventós J., González-Hidalgo J.C., Sánchez J.R. & Cortina J. (2000). Spatial analysis of rainfall trends in the region of Valencia east Spain. *International Journal of Climatology* 20: 1451-1469. Deméter (2008). En: <http://www.cenitdemeter.es/>

Devictor V, Van Swaay C., Brereton T., Brotons Ll., Chamberlain D., Heliölä J., Herrando S., Julliard R, Kuussaari M, Lindström Å., Reif J., Roy D.B., Schweiger O., Settele J., Stefanescu C., Van Strien A., Van Turnhout C., Vermouzek Z., WallisDeVries M., Wynhoff I. & Jiguet F. (2012). Differences in the climatic debts of birds and butterflies at a continental scale. *Nature Climate*



Change, 2012; DOI: 10.1038/nclimate1347.

Esteban-Parra, M.J., Rodrigo, F.S. & Castro-Díez, Y. (1998). Spatial and temporal patterns of precipitation in Spain for the period 1880-1992. *International Journal of Climatology* 18: 1557-84.

European Environment Agency (2012): Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012 An indicator-based report. 34 pp. Denmark

FAO (2012). Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura. Visión de conjunto del estado actual de los conocimientos científicos. 246 pp

FAO (2012). El estado de los bosques de mundo. 64 pp. Roma.

Fernández C. & Anadón R. (2008). La cornisa cantábrica: un escenario de cambios de distribución de comunidades intermareales. *Algas* 39: 30-31.

Fernández García, F. (2007) Impactos del cambio climático en las áreas urbanas y rurales. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, N° 66-67. págs 171-182

Fernández García, F. (2009) Cambio climático: retos y oportunidades en Europa. Europa y el cambio climático: jornadas celebradas del 1 al 30 de octubre de 2009 en Salamanca. págs 11-39.

Fernández García, F. (2009) Ciudad y cambio climático: aspectos generales y aplicación al área metropolitana de Madrid. *Investigaciones geográficas*, N° 49, págs. 173-195.

Fric Z. (2005). *Colotis evagore* (KLUG, 1829) advancing northwards in Spain (Lepidoptera, Pieridae). *Shilap Revista de Lepidopterología* 33: 169-171.

Fink, A.H., Brücher T., Krüger A., Leckebusch G.C., Pinto J.G. & Ulbrich U. (2004). The 2003 European summer heatwaves and drought: synoptic diagnosis and impact. *Weather* 59: 209-216.

Fundación Migres (2010). En: <http://www.dicyt.com/noticias/la-fundacion-migres-confirma-que-el-ratoneromoro-se-establece-como-reproductor-en-la-peninsula-iberica>

Galán C, García-Mozo H, Vázquez L, Ruiz L, Díaz de la Guardia C & Trigo M.M. (2005). Heat requirement for the onset of the *Olea europaea* L. pollen season in several sites in Andalusia and the effect of the expected future climate change. *International Journal of Biometeorology* 49: 184-188.

García-Herrera R., Díaz J., Trigo R.M., Luterbacher J. & Fischer E.M. (2010). A Review of the European Summer Heat Wave of 2003. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 40: 267-306.

García-Mozo H., Galán C. y Domínguez-Vilches E. (2002). The impact of future climate change in the start of *Quercus* flowering in the Iberian Peninsula. En: B. Zapata (Ed.). *Quaternary*



Climatic Changes and Environmental crises in the Mediterranean Region. Universidad de Alcalá de Henares. págs 279-285.

García-Mozo H., Galán C., Jato V., Belmonte J., Díaz de la Guardia C., Fernández D., Gutiérrez M., Aira M.J., Roure J.M., Ruiz L., Trigo M.M. & Domínguez-Vilches E. (2006). Quercus pollen season dynamics in the Iberian Peninsula: Response to meteorological parameters and possible consequences of climate change. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 13: 209-224.

García-Mozo H., Mestre A. & Galán C. (2010). Phenological trends in southern Spain: A response to climate change. *Agricultural and Forest Meteorology* 150: 575-580.

García-Mozo H., Galán C., Díaz de la Guardia C., Nieto-Lugilde D., Recio M., Hidalgo P., González-Minero F., Ruiz L. & Domínguez-Vilches E. (2010). Trends in grass pollen Season in southern Spain. *Aerobiologia* 26: 157-169.

García-Romero, A., Muñoz, J., Andrés, N. & Palacios, D. (2009). Relationship between climate change and vegetation distribution in the Mediterranean mountains: Manzanares Head valley, Sierra De Guadarrama (Central Spain). *Climatic Change* 100: 645-666.

Gili, J.M. (2006). En: <http://hispagua.cedex.es/documentacion/noticia/45775>

Gili, J.M. (2011). En: <http://www.rtve.es/alacarta/audios/en-dias-como-hoy/dias-como-hoy-cada-vez-hay-masmedusas-nuestras-playas/1157260/>

Gómez Cantero, J. (2012). Análisis de la ola de calor de agosto de 2012 en España y Madrid. Artículo publicado en Cazatormentas.net.

Gómez Cantero, J. y Adrover Galmés, J. (2013). Meteotsunamis: un riesgo de la atmósfera en el mar. *GeoGraphos*. [En línea]. Alicante: Grupo Interdisciplinario de Estudios Críticos y de América Latina (GIECRYAL) de la Universidad de Alicante, vol. 4, nº 51, págs 473-494.

Gómez Cantero, J. (2013). ¿Es el cambio climático el culpable del Tifón Haiyan en Filipinas? Artículo publicado en *El Huffington Post* (Madrid)

Gómez Cantero, J. (2014). Si nos sobra energía, ¿por qué seguir agravando el cambio climático? *Boletín El Ecologista*.

Gómez Cantero, J y Adrover Galmés, J. (2014). Tsunamis de origen meteorológico, un riesgo oceánico desconocido. *GeocritiQ* Plataforma digital ibero-americana para la difusión del trabajo científico.

Gordo J., Mutke S. & Gil L. (2005). Consecuencias del cambio climático en la producción de piña en los pinares continentales de *Pinus pinea* L. *Actas IV Congreso Forestal Español*. Zaragoza.

Gordo O. & Sanz J.J. (2005). Phenology and climate change: a long term study in a Mediterranean



locality. *Oecologia* 146: 484-495.

Gordo O. & Sanz J. (2006). Climate change and bird phenology: a long term study in the Iberian Peninsula. *Global Change Biology* 12: 1993-2004.

Gordo O. & Sanz J.J. (2009) Long-term temporal changes of plant phenology in the Western Mediterranean. *Global Change Biology* 15: 1930-1948.

Gordo O. y Sanz JJ (2010). Impact of climate change on plant phenology in Mediterranean ecosystems. *Global Change Biology* 16: 1082-1106.

Gottfried M., Pauli H., Futschik A., Akhalkatsi M., Barančok P., Alonso J.B., Coldea G., Dick J., Erschbamer B., Fernández Calzado M.R., Kazakis G., Krajči J., Larsson P., Mallaun M., Michelsen O., Moiseev D., Moiseev P., Molau U., Merzouki A., Nagy L., Nakhutsrishvili G., Pedersen B., Pelino G., Puscas M., Rossi G., Stanisci A., Theurillat J.-P., Tomaselli M., Villar L., Vittoz P., Vogiatzakis I. & Grabherr G. (2012). Continent wide response of mountain vegetation to climate change. *Nature Climate Change*. doi:10.1038/nclimate1329. Published online: 10 January 2012.

Guerra A., González A.F. & Rocha F. (2002). Appaerance of the common paper nautilus, *Argonauta argo* related to the increase of the sea surface temperature in the north-eastern Atlantic. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 82: 855-858.

Hódar J.A. & Zamora R. (2004). Herbivory and climatic warming: a Mediterranean outbreaking caterpillar attacks a relict, boreal pine species. *Biodiversity and Conservation* 13: 493-500.

Horacio J. & Díaz-Fierros F. (2009). A Viticultura. En: *Evidencias e Impactos do Cambio Climático en Galicia*. Xunta de Galicia. págs 131-138.

Iglesias A., Estrela T. & Gallart F. (2005). Impactos sobre los recursos hídricos. En J.M. Moreno (coord.) *Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. págs 303-353.

IPCC (1997). Impactos regionales del cambio climático: evaluación de la vulnerabilidad. Informe especial del Grupo de trabajo II del IPCC. 27 pp.

IPCC (2012). Informe especial sobre la gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático. [Edición a cargo de C. B. Field, C. B., V. Barros, T. F. Stocker, D. Qin, D. J. Dokken, K. L. Ebi, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, G. -K. Plattner, S. K. Allen, M. Tignor, y P. M. Midgley]. Informe especial de los Grupos de trabajo I y II del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, Nueva York, Estados Unidos de América, 32 pp.

IPCC (2013). Cambio Climático 2013: Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático" [Stocker, T. F., D. Qin, G. -K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.



IPCC (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp.

IPCC (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 688 pp.

Jiménez Peydró R. in press. Vectores transmisores de enfermedades y cambio climático. En Proyecto Cambio climático y salud en España: presente y futuro. ISTAS-FGUCM.

Jordano D., Retamosa E.C. & Haeger J.F. (1991). Factors Facilitating the Continued Presence of *Colotis-Evagore* (Klug, 1829) in Southern Spain. *Journal of Biogeography* 18: 637-646.

Jump A, Hunt J y Peñuelas J (2006). Rapid climate change-related growth decline at the southern range edge of *Fagus sylvatica*. *Global Change Biology* 12: 2163-2174.

Junta de Andalucía (2009). Se detectan 560.000 aves a su paso por el Estrecho en 2009 con importantes cambios migratorios. En: <http://www.diariodesevilla.es/article/noticias/621170/se-detectan/aves/su/paso/por/estrecho/con/importantes/cambios/migratorios.html>

Layna, J. (2010). La extinción del urogallo gallego se produjo en apenas tres decenios. http://www.lavozdegalicia.es/sociedad/2010/08/02/0003_8644716.htm

López Munguira M. (2011). Apolo, en peligro de extinción debido al cambio climático [http://www.efeverde.com/contenidos/noticias/apolo-en-peligro-de-extincion-debido-al-cambioclimatico/\(language\)/esl-ES](http://www.efeverde.com/contenidos/noticias/apolo-en-peligro-de-extincion-debido-al-cambioclimatico/(language)/esl-ES)

Losada, I. (2007). Impactos del cambio climático en la costa española. Ciclo: el clima que viene. Fundación Juan March. http://www.march.es/Recursos_Web/Culturales/Documentos/conferencias/PP2454.pdf

Llope M., Anadón R., Sostres J.A. & Viesca L. (2007). Nutrients dynamics in the southern Bay of Biscay (1993- 2003): Winter supply, stoichiometry, long-term trends, and their effects on the phytoplankton community. *Journal of Geophysical Research-Oceans* 112, C07029, doi:10.1029/2006JC003573.

Martín Esquivel, J.L. (2011). El calentamiento climático afecta a la biodiversidad de las Islas



Canarias. Boletín de la Red de Seguimiento del Cambio Global 1: 22-25.

Martín Esquivel, J.L., Bethencourt J. & Cuevas-Agulló E. (2012). Assessment of global warming on the island of Tenerife, Canary Islands (Spain). Trends in minimum, maximum and mean temperatures since 1944. Climatic Change DOI 10.1007/s10584-012-0407-7.

Menzel A., Sparks T.H., Estrella N., Koch E., Aasa A., Ahas R., Alm-Kübler K., Bissoli P., Braslavska O., Briede A., Chmielewski F.M., Crepinsek Z., Curnel Y., Dalh Å., Defila C., Donnelly A., Filella Y., Jatzczak K., Måge F., Mestre A., Nordli O., Peñuelas J., Pirinen P., Remi_ová V., Scheifinger H., Striz M., Susnik A., VanVliet A., Wielgolaski F.E., Zach S. & Züst A. (2006). European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biology* 12: 1969-1976.

Mezquida E. T., Villarán A. & Pascual-Parra J. (2007). Timing of autumn bird migration in central Spain in light of recent climate change. *Ardeola* 54: 251-259.

Milián T. (1996). Variaciones seculares de las precipitaciones en España. Tesis doctoral inédita. Universidad de Barcelona.

Montón, E. & Quereda, J. (1997). ¿Hacia un cambio climático? La evolución del clima mediterráneo desde el siglo XIX. Fundación Dávalos-Fletcher. 520 pp.

Moreno-Rueda, G., Pleguezuelos, J. M. & Alaminos, E. (2009). Climate warming and activity period extension in the Mediterranean snake *Malpolon monspessulanus*. *Climatic Change* 92: 235-242.

Moreno J.M., Rodríguez-Urbieta I., Zavala G. & Martín M. (2009). Cambio Climático y Riesgo de Incendios Forestales en Castilla-La Mancha. En Rodríguez A., Fernández H. & Rojano I. (coords.) Impactos del cambio climático en Castilla-La Mancha. págs 340-364.

Moreno J.M. 2005. Riesgos de Origen Climático: Impactos sobre los Incendios Forestales. En J.M. Moreno (coord.) Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. págs 581-615.

Moreno-Rueda G., Pleguezuelos J.M., Pizarro M. & Montori A. (2012) Northward Shifts of the Distributions of Spanish Reptiles in Association with Climate Change. *Conservation Biology* 26: 278-283.

Mutke S., Gordo J., Gil L. (2005). Variability of Mediterranean Stone pine cone yield: yield loss as response to climate change. *Agricultural and Forest Meteorology* 132: 263-272.

Mutke S., Gordo J. & Gil L. (2006) Pérdida de producción de piña en los pinares de piñonero como consecuencia del cambio climático. *Foresta* 32: 34-38.

Navarro R.M., Carrasco A., Fernández Cancio A., Ruiz Navarro J.M.; Sánchez Salguero R., Hernández Clemente R., Rodríguez Reviriego S. & Arias R. (2010). Estudio de los procesos de decaimiento realizados en la sierra de los Filabres (Almería). Consejería de Medio Ambiente.



Junta de Andalucía. <http://www.profor.org/archivos/hemeroteca/Navarro.pdf>

Obeso, J. R., Bañuelos, M. J. (2004). El urogallo (*Tetrao urogallus cantabricus*) en la Cordillera Cantábrica. Serie Técnica OAPN. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

Oficina Española de Cambio Climático (OECC) (2005). Principales conclusiones de la evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático. Ministerio de Medio Ambiente. 42 pp. Madrid

Olcina Cantos, J., Toharia, M. y Rico Amorós, A. (1998). Certeza e incertidumbre sobre la hipótesis del cambio climático por efecto invernadero y sus posibles consecuencias en la Península Ibérica. Investigaciones geográficas, N° 20, 1998, págs. 63-98.

Olcina Cantos, J. (2009). Cambio climático y riesgos climáticos en España. Investigaciones Geográficas, N°49, págs 197 – 220. Alicante

Olcina Cantos, J., Saurí, D., y Vera Rebollo, F. (2014). Turismo, cambio climático y agua escenarios de adaptación en la costa mediterránea española. Libro jubilar en homenaje al profesor Antonio Gil Olcina / coord. Jorge Olcina Cantos, Antonio Manuel Rico Amorós, págs 171-194

Organización Meteorológica Mundial (2013). Declaración de la OMM sobre el estado del clima mundial en 2013. Ginebra (Suiza). 24 pp.

Parmesan C., Duarte C., Poloczanska E. Richardson A.J. & Singer M.C. (2011). Overstretching attribution. Nature Climate Change 1: 2-4.

Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P., van der Linden P.J. & Hanson C.E. (eds.) (2007). Climate Change 2007. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Pauli H., Gottfried M., Dullinger S., Abdaladze O., Akhalkatsi M., Benito J.L., Coldea G., Dick J., Erschbamer B., Fernández R., Ghosn D., Holten J.I., Kanka R., Kazakis G., Kollár J., Larsson P., Moiseev P., Moiseev D., Molau U., Molero J., Nagy L., Pelino G., Pučcač M., Rossi G., Stanisci A., Syverhuset A.O., Theurillat J.P., Tomaselli M., Unterluggauer P., Villar L., Vittoz P., & Grabherr G. Recent Plant Diversity Changes on Europe's Mountain Summits. Science 20 April 2012: 336 (6079), 353-355. [DOI:10.1126/science.1219033]

Peña C. (2011). Sostenibilidad de la costa y cambio climático: experiencias españolas., presentado el 13 de mayo de 2011 en Taller Regional sobre Impactos y Adaptación al Cambio Climático en las Zonas Costeras de América Latina y Caribe. Santander, España.

Peñuelas J. & Boada M. (2003). A global change-induced biome shift in the Montseny Mountains (NE Spain). Global Change Biology, 9: 131-140.

Peñuelas J., Filella I. & Comas P. (2002). Changed plant and animal life cycles from 1952 to 2000

in the Mediterranean region. *Global Change Biology* 9: 531-544.

Piserra M.T., Wirtz B. & Sáez J. (2005). Impactos sobre el sector del seguro. En J.M. Moreno (coord.). *Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. págs 691-726.

Planque B., Beillois P., Jégou A.M., Lazure P., Petitgas P. & Puillat I. (2003). Large scale hydroclimatic variability in the Bay of Biscay. The 1990s in the context of interdecadal changes. *ICES Marine Science Symposia* 219: 61- 70.

Potti J. (2008). Temperature during egg formation and the effect of climate warming on egg size in a small songbird. *Acta Oecologica* 33: 387-393.

Quereda, J.; Gil Olcina, A.; Pérez Cuevas, A.; Olcina Cantos, J.; Rico Amorós, A. y Montón, E. (2000). Climatic warming in the spanish Mediterranean: natural trend or urban effect. *Kluwer Acad. Publis., Netherlands, Climatic Change* 46, 473-483.

Quero J.C., Du Buit M.H. & Vayne J.J. (1998). Les observations de poissons tropicaux et le réchauffement des eaux dans l'Atlantique européen. *Oceanologica Acta* 21: 345-351.

Ramos A.G., Martel A., Codd G.A., Soler E., Coca J., Redondo A., Morrison L.F., Metcalf J.S., Ojeda A., Suárez S. & Petit M. (2005). Bloom of the marine diazotrophic cyanobacterium *Trichodesmium erythraeum* in the Northwest African Upwelling. *Marine Ecology Progress Series* 301: 303-305.

Robine J.M., Cheung S.L.K., Le Roy S., Van Oyen H., Griffiths C., Michel J.P. & Herrmann F.R. (2008). Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003. *Comptes Rendus Biologies* 331: 171-178.

Rodrigo, F.S., Esteban-Parra D., Pozo-Vázquez D. & Castro-Díez Y. (1999). A 500 year precipitation record in Southern Spain. *International Journal of Climatology* 19:1233-1253.

Sabatés A., Martín P., Lloret J. & Raya V. (2006). Sea warming and fish distribution: the case of the small pelagic fish, *Sardinella aurita*, in the western Mediterranean. *Global Change Biology* 12: 2209-2219.

Sánchez-Salguero R., Navarro-Cerrillo R., Camarero J.J., Fernández-Cancio A. & Lara J. (2009). Causas climáticas del decaimiento selectivo de pinares en el Sureste de España. *Comunicación al 5º Congreso Forestal Español, Ávila*.

Sanz Elorza, M., Dana, E.E., González A. & Sobrino E. (2003). Changes in the High-mountain vegetation of the Central Iberian Peninsula as a probable sign of global warming. *Annals of Botany* 92: 273-280.

Schiermeier Q. (2010). Mediterranean most at risk from European heatwaves. *Nature online* <http://www.nature.com/news/2010/100517/full/news.2010.238.html>



SEO/Birdlife (2009). En: <http://www.seomalaga.org/document/2651.pdf>

Southward A.J., Hawkins S.J. & Burrows M.T. (1995). Seventy years observations in distribution and abundance of zooplankton and intertidal organisms in the western English Channel in relation to rising sea temperature. *Journal of thermal Biology* 20: 127-155.

Van Swaay C., Cuttelod, A., Collins, S., Maes, D., Lopez Munguira, M., Šašič M., Settele J., Verovnik, R., Verstrael, T., Warren, M., Wiemers, M. & Wynhof, I. (2010). *European Red List of Butterflies*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Varela M., Bode A., Gómez Figueiras F., Huete-Ortega M. & Marañón E. (2009). Variabilidade e tendenciasinteranuais no fitoplancton mariño das costas de Galicia. Evidencias e impacto do Cambio Climático en Galicia. Xunta de Galicia. págs 355-372.

Vargas M., garcía M.C., Moya F., Tel E., Parrilla G., Plaza F., Lavín A. & García M.J. (aut. princ.) (2010). *Cambio climático en el Mediterráneo español. Segunda Edición Actualizada*. Instituto Español de Oceanografía, Ministerio de Ciencia e Innovación. 176 pp.

Vega J.A., Fernández C., Jiménez E. & Ruiz A.D. (2009). Evidencias de cambio climático en Galicia a través das tendencias dos índices de perigo de incendios forestais. En: *Evidencias e Impactos do Cambio Climático en Galicia*. Xunta de Galicia. págs 173-194.

Vicente-Serrano S.M., Lasanta T. & Gracia C. (2010). Aridification determines changes in forest growth in *Pinus halepensis* forests under semiarid Mediterranean climate conditions. *Agricultural and Forest Meteorology* 150: 614-628.

Vila M., Garcés E. & Masó M. (2001). Potentially epiphytic dinoflagellate assemblages on macroalgae in the NW Mediterranean. *Aquatic Microbial Ecology* 26: 51-60.

VVAA. (2007) *El cambio climático en España. Informe para el Presidente del Gobierno elaborado por expertos en cambio climático. Documento resumen*. Noviembre 2007.

VVAA (2011). *Biodiversidad en España. Base de la Sostenibilidad ante el Cambio Global*. Observatorio de la Sostenibilidad en España.

Wheeler, D. & Martín-Vide, J. (1992). rainfall characteristics of mainland Europe most Southernly Stations. *International Journal of Climatology* 12:69-76.

Wilson R.J., Gutiérrez D., Gutiérrez J., Martínez D., Agudo R. & Monserrat, V.J. (2005). Changes to the elevational limits and extent of species ranges associated with climate change. *Ecology Letters* 8: 1138-1146.

Wilson R.J., Gutiérrez D., Gutiérrez J. & Monserrat V.J. 2007. An elevational shift in butterfly species richness and composition accompanying recent climate change. *Global Change Biology* 13: 1873-1887.

Organismos y entidades consultadas:

Agencia Estatal de Meteorología (España) AEMET
Agencia Europea del Medio Ambiente
EUMETSAT
FAO
IPCC
Oficina Española de Cambio Climático
Organización de las Naciones Unidas
Organización Meteorológica Mundial
NASA
NOAA
MetOffice

Recursos online sobre cambio climático (Divulgativos y técnicos):

Testigos del Clima: el rostro humano del cambio climático
http://www.wwf.es/que_hacemos/cambio_climatico/testigos_del_clima/

Global Climate Monitor
<http://www.globalclimatemonitor.org/>

Climatosfera 2100
<http://www.fundacion-ipade.org/climatosfera/>
Global Climate Change (NASA)
<http://climate.nasa.gov/>

National Oceanic and Atmospheric Administration
<http://www.ncdc.noaa.gov/indicators/>

Organización Meteorológica Mundial (OMM)
<http://www.wmo.int/youth/climate#tab3>

La Tierra dentro de 100 años (vídeo)
https://www.youtube.com/watch?v=_EWOZQ3L-c#t=171

Actividades del Parlamento Europeo sobre Cambio Climático
http://ec.europa.eu/clima/change/causes/index_en.htm

Previsión meteorológica para el 10 de agosto de 2050 -TVE y OMM – (Vídeo)
https://www.youtube.com/watch?v=G_JmdMINI_Q

ANEXO

¿Cómo comunicar el CC para pasar de la impotencia a la ilusión colectiva?

Por Alba Martínez del Campo

Desde que hace 30 años empezáramos a oír hablar de cambio climático, la mayor parte de las noticias que hemos escuchado sobre el tema son chungas o directamente deprimentes. Esto ha generado en la mayor parte de la ciudadanía un velo invisible entre la información que recibe, ya de por sí escasa para la gravedad del asunto, y el resto de su vida.

Vivimos al margen del cambio climático hasta que nos golpea, y cuando, para variar, lo miramos de frente, es un problema de dimensiones tan enormes, que a su lado sentimos que 'no somos nada'. La impotencia de la pequeñez del individuo frente a un coloso.

La resistencia emocional al cambio climático es un fenómeno muy comprensible y extendido, pero que supone uno de los principales handicaps a la hora de que la ciudadanía se implique en las estrategias y políticas necesarias para ponerle freno. ¿Podemos cambiar esto? ¿es posible comunicar el cambio climático de forma distinta para que la gente en lugar de deprimirse se sume o lidere los cambios necesarios? ¿acaso se plantean los periodistas que comunican el cambio climático estas preguntas? ¿y las organizaciones que tratan de sensibilizar?

En ese breve anexo proponemos una aproximación práctica al tema, tomando prestados los aprendizajes de un taller realizado en Madrid en diciembre de 2014, en el que participaron diversas organizaciones ecologistas, periodistas, políticos y expertos en comunicación y cambio climático (Plataforma por un Nuevo Modelo Energético, Ecologistas en Acción, Ecooo, Fundación Biodiversidad y ElDiario.es).



Antes de tocar las barreras emocionales, acerquémonos al rellano de los medios de comunicación generalistas. En primer lugar, a la dificultad de introducirse en una agenda mediática en cuya puerta compiten cientos de temas a cual más impactante y/o urgente, en un espacio limitado. Dejando a un lado las distintas líneas editoriales y la dependencia de muchos de estos medios de la publicidad de empresas energéticas fósiles, bancos o constructoras, como en el caso español, fijémonos en el jefe o la jefa de sección, pues es quien muchas veces elige si tratar una información u otra ¿noticia sobre cambio climático o el desahucio de una mujer de 87 años? ¿cambio climático o tarjetas black? ¿o el apartheid sanitario? ¿o la corrupción política? La puerta es pequeña.

Sin embargo, a pesar del estrecho del hueco, algunas informaciones consiguen entrar. Entonces, el periodista se ve con el siguiente problema: La comunidad científica internacional lleva varias décadas discutiendo sobre cambio climático y aunque hoy hay un posicionamiento cohesionado gracias al Plantel Internacional de Científicos del Cambio Climático de Naciones Unidas, el eco del violento negacionismo, prolijo en estudios 'científicos' financiados por empresas petroleras, ha hecho mella en la opinión pública y muchos periodistas, frente a un fenómeno claramente asociado al cambio climático, ante la duda, no lo vinculan, por miedo a 'meter la pata'. El, llamemoslo, exceso de 'prudencia' tampoco ayuda a que la ciudadanía entienda el problema.

Debemos recordar que la comunidad científica también es cauta y se rige por el principio de precaución y es desde esta cautela desde la que en los últimos informes del IPCC se muestra un consenso en el análisis, tanto de los impactos, como de la urgencia de reducir radicalmente las emisiones de gases de efecto invernadero.

Se habla de cambio climático el día en que se publica el gran informe y cuando hay una ciclogénesis explosiva o una inundación desproporcionada. Pasamos del silencio a la catástrofe, reproduciendo una y otra vez un patrón comunicativo tan deprimente como ineficaz.

Los periodistas necesitan sacudirse el miedo a la crítica negacionista y, sobre todo, formarse e informarse. Para ello, las numerosas organizaciones que están trabajando el tema han de facilitar



información clara, solvente, fundamentada, que pueda difundirse en formatos atractivos. Como hemos visto en este informe, el cambio climático no es una variable matemático-esotérica, es un fenómeno que afecta a las personas en su vida cotidiana. Si pretendemos romper las barreras emocionales construidas, debemos contar las historias humanas que hay detrás.

Del trabajo en grupos realizado se extrajeron las siguientes propuestas para mejorar la comunicación sobre cambio climático, así como acciones comunicativas posibles.

GRUPO 1

Realizar un mapa de impactos del cambio climático sobre la salud, que ilustre cómo el cambio climático va a afectar a las distintas clases sociales.

Confeccionar un mapa zonal - comarcal de las alternativas.

Difundir que el cambio de hábitos, de hábitos energívoros a otros más sostenibles genera satisfacción. Mostrar que ser coherente genera felicidad.

GRUPO 2

Fomentar el debate social sobre la relación entre tecnología y sociedad.

Potenciar las acciones individuales orientadas a las soluciones y darles sentido colectivo.

Aproximar problemas a través de casos con nombres y apellidos.

Relacionar las soluciones al cambio climático con las ventajas económicas: ahorro, empleo,...

Traducir el lenguaje técnico a ideas que comprenda la ciudadanía de manera sencilla, divulgar con marcos conceptuales comunes.

Recuperar las raíces, recuperar una relación directa con la naturaleza.

GRUPO 3

Realizar una serie de televisión con el tema del cambio climático de fondo.

Informar de efectos concretos, tangibles y de forma personalizada.

Unir siempre causas y consecuencias en la información sobre catástrofes, etc..

Facilitar a los periodistas y a los medios información 'mascada', confiable y en formatos atractivos (infografías, videos, resúmenes de informes, ...)

Hablar de las especies animales cercanas y qué les va a pasar con el cc (sapo partero).

GRUPO 4

Comunicar las implicaciones económicas del cambio climático.

En positivo: prestigiar los hábitos y acciones del cambio de modelo.

Hacer un 'Cuéntame' sostenible.

Individualizar las consecuencias del cambio climático.

En un artículo de **Francisco Heras** publicado en la revista Razón y Palabra* se ofrece un mosaico de la iconografía del cambio climático que nos ha parecido interesante recuperar aquí, que apoya la tesis del alejamiento informativo del problema, y por tanto, que refuerza la distancia emocional.

La **iconografía del cambio climático**: Un oso polar, sobre un pequeño pedazo de hielo (10%) Otras imágenes que reflejan el derretimiento (del hielo, del planeta) (10%) Escenas de tierras agrietadas y secas (10%) Esquemas explicativos del efecto invernadero (9%) El planeta en llamas, o calentado por una gran cerilla, o cocinado en una sartén... (8%) Imágenes de inundaciones (6%) Imágenes de satélite de huracanes (3%) Chimeneas industriales humeantes (3%).

Sólo dos ilustraciones, entre las 100 analizadas, tenían como motivo principal "soluciones" frente al cambio climático; otras dos contenían apelaciones explícitas a la acción responsable. Es evidente, que si pretendemos implicar a la población en las soluciones, hemos de transformar dicha iconografía.

Recomendaciones recogidas por Francisco Heras:

- 1. Informar sobre salidas desde una perspectiva social e independiente.**
- 2. Evitar encasillar el cambio climático como una "cuestión tecnocientífica".**
- 3. Transmitir sensaciones de relevancia y autoeficacia.**
- 4. Revisar el tratamiento gráfico de los artículos.**
- 5. Promover la capacitación continua de los periodistas**
- 6. Las soluciones pueden ser noticia... y deben serlo.**

"El dicho "las malas noticias venden más que las buenas" se ha convertido en todo un clásico. Pero, más allá de los tópicos, los medios de comunicación también se ocuparán de las soluciones, siempre que los temas resulten interesantes y se aporten novedades (Futerra, 2006). Todo parece indicar que, en los próximos años, la lucha contra el cambio climático (tanto en su vertiente de mitigación como en la de adaptación) se traducirá progresivamente en medidas tangibles que afectarán de forma significativa a nuestro estilo de vida. Hacerlas inteligibles,



desde una posición independiente, crítica y responsable, será uno de los grandes desafíos de empresas y profesionales de la comunicación. en los procesos de comunicación y pueden generar sesgos en la percepción del cambio climático que es necesario tomar en consideración" (Heras, 2008).

[Estructura del taller: *La primera parte del taller se dedicó a la exposición de contenidos. Tras la presentación del taller, a cargo de JV Barcia (Ecoooo), inició las exposiciones Cristina Rois (Ecologistas en Acción y Px1NME) explicando qué es el cambio climático, los principales impactos constatados hasta el momento, pasando a describir algunos de los escenarios futuros posibles. A continuación, Domingo Jiménez Beltrán (Fundación Renovables) ofreció una panorámica de la nueva Comisión Europea, cuyo posicionamiento frente a los retos climáticos es mucho menos comprometida que en anteriores legislaturas, así como de los retos climáticos ante la próxima Cumbre Climática (COP21). Por su parte Cristina Narbona (PSOE) llamó la atención sobre el hecho de que cada vez hay más informes sobre los riesgos de invertir en el modelo obsoleto de los combustibles fósiles y la necesidad de cambio de modelo energético. Paco Heras (Centro Nacional de Educación Ambiental) centró su ponencia en un estudio realizado en 2013 sobre la percepción que los españoles tienen del cambio climático. Para finalizar la primera parte del taller, el periodista Andrés Gil (ElDiario.es) explicó las dificultades de los medios para incluir el cambio climático en la agenda informativa.]*

El cambio climático se ha convertido en el gran reto de la humanidad; un gran desafío al que la civilización actual deberá enfrentarse para conseguir proteger la biodiversidad, los paisajes y los modos de vida tradicionales. La gran cantidad de emisiones de los gases efecto invernadero vertidos en las últimas décadas en la atmósfera están cambiando completamente todos y cada uno de los climas que se dan en el planeta y con ello provocando importantísimos daños ecológicos, sociales y económicos que ponen de manifiesto la gran transcendencia de este problema del que somos causa y solución y que requiere cuanto antes del compromiso político y social.

Con este libro el autor pretende dar muestra de todos los riesgos del cambio climático, de manera clara y sencilla estructurando el tema en dos grandes apartados: los efectos constatados desde 1950 a 2015 y los escenarios de futuro de 2015 a 2050. Además de ello, se ha dividido en sectores económicos, variables climáticas, impactos en la salud y regiones geográficas para facilitar la lectura y el aprendizaje.

Jonathan Gómez Cantero pone así de manifiesto la gran importancia que tiene conocer este fenómeno y entender todo lo que lleva asociado un cambio en el clima.